



Dkt 1807.0906  
SN 09/450, 716  
François THOUMY et al.  
Filed 11-30-99  
DEVICE AND METHOD.

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **30 NOV. 1999**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

**29 JAN 1999**

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

**99 01034 -**

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

**29 JAN 1999**

1

**NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**

**À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**

**RINUY, SANTARELLI**

**14, avenue de la Grande Armée**

**75017 PARIS**

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande de brevet européen



demande initiale

☐ brevet d'invention

n° du pouvoir permanent

références du correspondant

téléphone

**BIF022100/FR/EP 01 40 55 43 43**

☐ certificat d'utilité n°

date

Établissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**Procédé et dispositif d'émission et de réception d'informations, de gestion des transmissions d'informations, stations de base périphérique et réseau les comprenant.**

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Norm et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**CANON KABUSHIKI KAISHA**

Forme juridique

**Société de droit Japonais**

Nationalité (s)

**JAPONAISE**

Adresse (s) complète (s)

**30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo, JAPON**

Pays

**JAPON**

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

**Bruno QUANTIN N°92.1206**

**RINUY, SANTARELLI**

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant inscrites de l'INPI.



**BIF022100/FR/EP**  
DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

# BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

## DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

7907034

### TITRE DE L'INVENTION :

Procédé et dispositif d'émission et de réception  
d'informations, de gestion des transmissions d'informations,  
stations de base périphérique et réseau les comprenant.

### LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Société de droit Japonais CANON KABUSHIKI KAISHA

### DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

THOUMY François  
6 impasse du Lieu Verrier,  
35250 CHEVAIGNE, France.

LE BARS Philippe  
La Grée d'Epron, EPRON,  
35410 NOUVOITOU, France.

ROUSSELIN Samuel  
37, rue Saint Héliér,  
35000 RENNES, France

LE SCOLAN Lionel  
3 square Roland Garros,  
35000 RENNES, France.

EHRMANN Frédérique  
37, rue P.V. Varin de la Brunelière,  
35700 RENNES, France.

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance)  
lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

29 Janvier 1999

Bruno QUANTIN N°92.3206  
RINUY, SANTARELLI

5

10           La présente invention concerne un procédé et un dispositif de gestion des transmissions d'informations dans un réseau de communication comportant une station de base et au moins une station périphérique communiquant avec celle-ci lesdites informations, notamment par transmission de plusieurs porteuses modulées par les informations.

15           On connaît d'après le document FR 2 660 131 une méthode et un dispositif de transmission de données numériques sur un canal de communication basés sur une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales, appelée OFDM (pour «Orthogonal Frequency Division Multiplex», en terminologie anglosaxonne).

20           Cette méthode part du principe que des données numériques de sources différentes ont besoin de niveaux de protection contre les erreurs de transmission qui sont différents d'une source à l'autre et qui sont adaptés au type d'informations considérées.

25           La méthode propose, pour un groupe de porteuses données d'un symbole OFDM, de sélectionner un type de modulation et un rendement de codage appropriés en fonction des perturbations affectant le canal de communication et du niveau de protection requis.

30           Dans le cas, par exemple, où l'on veut que des données issues de deux sources soient transmises simultanément sur un canal de communication radio, le dispositif proposé dans ce document alloue un groupe de porteuses

données à chacune des sources et sélectionne un type de modulation et un rendement de codage appropriés pour chacun des groupes.

Lorsque cette technique prévoit d'augmenter le rendement de codage ou de diminuer le niveau de modulation, pour une source de données, afin de  
5 renforcer la protection contre les erreurs de transmission, ceci va se traduire par une diminution du débit utile de transmission des données sur le canal de communication.

Or, dans certaines applications du type temps réel, comme par exemple la transmission de données vidéo ou audio ou de données utilisées  
10 pour la vidéoconférence, il est primordial de garantir un débit de données constant, le taux d'erreur de transmission lui pouvant varier.

Un autre document, US 5 726 978, décrit une méthode d'allocation de porteuses appliquée à la modulation par multiplexage de fréquences orthogonales (OFDM).

15 Lors de transmissions d'informations entre une station de base et plusieurs stations périphériques dans un réseau, cette méthode préconise d'allouer de manière dynamique aux transmissions entre la station de base et une station périphérique un groupe de porteuses d'un symbole OFDM.

En fonction des résultats de mesures du niveau de bruit et de la  
20 qualité de réception des symboles OFDM transmis sur le canal de communication, la station de base décide de remplacer certaines des porteuses qui, par exemple, donnent naissance à des transmissions de données affectées d'un taux d'erreur trop élevé, par d'autres porteuses moins affectées par le bruit.

Cette méthode propose avant tout de garantir un taux d'erreur de  
25 transmission peu élevé entre la station de base et les stations périphériques.

Au vu de ce qui précède, la demanderesse s'est aperçue qu'il serait intéressant de trouver un procédé et un dispositif de gestion des transmissions d'informations pouvant s'adapter facilement aux différentes requêtes émanant de stations de communications dans un réseau et nécessitant une qualité de  
30 services déterminée, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit à transmettre, et permettant, par exemple, de satisfaire des requêtes pour

lesquelles le taux d'erreur de transmission doit être faible et où, simultanément, le débit utile de données à transmettre doit rester sensiblement constant.

La présente invention vise à résoudre ce problème et propose ainsi un procédé de gestion des transmissions d'informations par radio entre une station dite de base SB, SB' et au moins une station dite périphérique SP<sub>i</sub>, SP'<sub>i</sub>,  
5  $i = 1, \dots, N$ , communiquant des informations avec celle-ci par transmission de porteuses modulées par lesdites informations, ledit procédé comportant une étape d'allocation d'un nombre de porteuses et d'une modulation à au moins un canal de communication radio affecté à la transmission d'informations entre  
10 ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, caractérisé en ce que ledit procédé comporte une étape de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en réponse à une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission, pour une transmission d'informations donnée entre ladite station de base et  
15 ladite au moins une station périphérique, le nombre de porteuses et la modulation adaptés différant selon les qualités de services requises.

Ainsi, l'invention permet de garantir pour une transmission d'informations donnée sur un canal de communication radio, une qualité de services en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission  
20 souhaités, en choisissant un couple approprié constitué d'un nombre de porteuses et d'une modulation.

Ceci est particulièrement important dans des applications de type temps réel (transmission de données vidéo) ou de type transfert de fichiers.

Lorsqu'une transmission d'informations sur le canal de communication  
25 nécessite une qualité de services (en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission) différente de celle allouée pour la transmission d'informations précédente, l'invention prévoit d'adapter pour cette transmission d'informations le nombre de porteuses et la modulation garantissant cette nouvelle qualité de services.

30 Il convient de noter que le taux d'erreur de transmission peut s'interpréter de différentes manières : il peut ainsi par exemple correspondre à

un taux d'erreur sur les bits transmis ou sur le nombre de trames de données vidéo ou audio transmises.

Dans le cas d'une transmission utilisant une technique connue sous le nom de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales OFDM, le taux d'erreur de transmission peut s'entendre, par exemple, du taux d'erreur sur le nombre de symboles OFDM transmis.

Avantageusement, les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

La décision de reconfiguration des paramètres de transmission (nombre de porteuses, modulation) se trouve simplifiée en raison de la présence d'un seuil de taux d'erreur de transmission.

Par ailleurs, le fait d'accepter que le débit de transmission puisse varier dans une gamme au lieu d'exiger une seule valeur permet de limiter le nombre de possibilités de reconfiguration des paramètres de transmission et de pouvoir mettre fin à une transmission en cas de non respect de ce critère.

Selon une caractéristique particulière, l'étape de détermination de porteuses et d'une modulation est effectuée au cours d'une transmission d'informations entre la station de base et au moins une station périphérique, ce qui est particulièrement intéressant lorsque les conditions de transmission réelles du canal de communication varient pendant la transmission d'informations elle-même, par exemple en raison d'un déplacement de la station périphérique.

Il convient néanmoins de noter que l'étape de détermination peut également être effectuée entre deux transmissions d'informations.

En outre, il est intéressant de pouvoir effectuer cette étape de détermination aussi bien avant une nouvelle transmission d'informations, pour s'adapter à une nouvelle qualité de services requise, qu'en cours de transmission, pour garantir que cette qualité de services est bien respectée, même si les conditions de transmission varient.



Selon une autre caractéristique particulièrement avantageuse, le procédé comporte une étape de réception d'au moins une mesure du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio affecté à la transmission d'informations entre la station de base et au moins une station  
5 périphérique. Ce taux d'erreur est mesuré de façon globale pour la transmission entre la station de base et au moins une station périphérique, et est ultérieurement pris en compte pour l'étape de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés.

Il convient de noter que l'étape de réception d'au moins une mesure  
10 du taux d'erreur de transmission peut être réalisée avant ou après l'étape de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés à une qualité de services requise.

Selon une caractéristique particulière, après l'étape de réception de ladite au moins une mesure, le procédé comporte une étape d'analyse de ladite  
15 au moins une mesure du taux d'erreur de transmission et de comparaison du résultat de cette analyse avec la qualité de services requise en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission.

Selon une caractéristique, le procédé comporte une étape de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en  
20 fonction du résultat de la mesure, si le résultat de cette analyse ne respecte pas la qualité de services requise pour ladite transmission.

Selon une caractéristique particulière, le procédé comporte une étape de détermination d'un nombre de porteuses à allouer qui est différent de celui qui a été précédemment alloué audit au moins un canal de communication entre  
25 la station de base et la station périphérique.

Le nombre de porteuses déterminé à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la station périphérique peut donc être supérieur à celui alloué précédemment à ce canal de communication, par exemple, pour garantir une qualité de services demandée dans le cas d'une  
30 application du type temps réel où le débit de transmission doit rester constant.

Selon une autre caractéristique particulière qui peut être combinée à la caractéristique particulière mentionnée précédemment, le procédé comporte également une étape de détermination d'une modulation à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la station périphérique qui est différente de celle allouée précédemment .

Ainsi, dans le cas où le nombre de porteuses déterminé est supérieur à celui alloué précédemment pour garantir une qualité de services demandée (par exemple, dans le cas d'une application du type temps réel où le débit de transmission doit rester constant, si, en plus, le canal de communication est très bruité et si la qualité de services demandée exige un faible taux d'erreur de transmission, il est également possible de reconfigurer la modulation afin de la rendre plus robuste.

Le nombre de porteuses déterminé à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la station périphérique peut également être inférieur à celui alloué précédemment à ce canal de communication dans le cas où le canal de communication devient moins bruité.

Ainsi, les porteuses qui ne sont plus utilisées pour ce canal de communication, du fait de la reconfiguration, peuvent être affectées à un autre canal de communication nécessitant un nombre de porteuses additionnel.

Selon une autre caractéristique particulière qui peut être combinée à la caractéristique selon laquelle le nombre de porteuses déterminé est inférieur à celui alloué précédemment audit au moins un canal de communication entre la station de base et la station périphérique, le procédé comporte également une étape de détermination d'une modulation à allouer qui est différente de celle allouée précédemment .

Ainsi, dans le cas où le nombre de porteuses reconfiguré est inférieur à celui alloué précédemment, pour garantir une qualité de services demandée pour cette transmission, et où cette qualité de services exige en outre de garantir un débit de transmission constant, il est également possible de reconfigurer la modulation pour la rendre moins robuste.

Selon une autre caractéristique avantageuse, le procédé comporte, d'une part, une étape de détermination d'un nombre de porteuses à allouer à un premier canal de communication entre la station de base et une première station périphérique qui est supérieur à celui qui a été précédemment alloué à ce premier canal de communication et, d'autre part, une étape de détermination d'un nombre de porteuses à allouer à un second canal de communication entre la station de base et une seconde station périphérique, qui est inférieur à celui qui a été précédemment alloué à ce second canal de communication, en réponse à des qualités de services requises respectivement pour la transmission d'informations sur ces canaux de communication, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission.

Ainsi, l'étape de détermination d'un nombre de porteuses différent peut résulter d'un compromis entre deux canaux de communication, en fonction des qualités de services requises pour les transmissions d'informations sur chacun d'eux, dans la mesure où les deux canaux de communication ne nécessitent pas simultanément un nombre de porteuses supérieur à celui précédemment effectué.

Avantageusement, la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales OFDM. Cette technique présente une efficacité spectrale exprimée en bits par Hertz qui est supérieure aux autres techniques de modulation.

Par ailleurs, cette technique constitue un moyen efficace pour combattre les effets de propagation multiple et d'évanouissement (appelé « fading » en terminologie Anglosaxonne).

Cette technique permet de répartir les effets d'évanouissement sélectifs en fréquence du canal de transmission sur un certain nombre de sous-canaux qui présentent des évanouissements constants correspondant aux fréquences porteuses du multiplex OFDM.

Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé d'émission d'informations sur un canal de communication radio comportant des étapes d'attribution d'un nombre de porteuses et d'une modulation auxdites informations

pour la transmission de celles-ci sur ledit canal de communication radio et d'émission desdites informations sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations, caractérisé en ce que ledit procédé comporte une étape de reconfiguration du nombre de porteuses et de la modulation attribués aux informations en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

L'étape de reconfiguration du nombre de porteuses et de la modulation attribués à une transmission d'informations donnée est effectuée pour s'adapter à la qualité de services requise.

Selon encore un autre aspect, l'invention vise un procédé de réception d'informations provenant d'un canal de communication radio, comportant une étape de réception desdites informations émises sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations et une étape de sélection des porteuses et de la modulation attribués auxdites informations, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de reconfiguration du nombre de porteuses et de la modulation à sélectionner en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

Selon une caractéristique particulière, le procédé selon l'invention comporte une étape de réalisation d'au moins une mesure du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio affecté à la transmission d'informations considérée.

Avantageusement, le résultat de cette mesure fournit une information sur les conditions réelles de la transmission en cours et permet donc de reconfigurer le nombre de porteuses et la modulation affectés à cette transmission dans le cas où la qualité de services demandée n'est pas respectée.

On peut donc suivre en permanence les conditions réelles de la transmission en cours et adapter en conséquence le nombre de porteuses et la modulation.

Corrélativement au procédé de gestion, l'invention a trait à un  
5 dispositif de gestion des transmissions d'informations par radio entre une station dite de base SB et au moins une station dite périphérique  $SP_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , communiquant des informations avec celle-ci par transmission de porteuses modulées par lesdites informations, ledit dispositif comportant des moyens  
10 de communication radio affecté à la transmission d'informations entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en réponse à des qualités de services requises, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission  
15 pour une transmission d'informations donnée entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, le nombre de porteuses et la modulation adaptés différant selon les qualités de services requises

Ainsi, en réponse à une qualité de services demandée, soit par une station périphérique, soit par la station de base elle-même, le dispositif de  
20 gestion des transmissions selon l'invention détermine le nombre de porteuses et la modulation qu'il est nécessaire d'allouer à une transmission d'informations donnée pour garantir cette qualité de services.

Corrélativement au procédé d'émission, l'invention vise également un dispositif d'émission d'informations sur un canal de communication radio,  
25 comportant des moyens d'attribution d'un nombre de porteuses et d'une modulation auxdites informations pour la transmission de celles-ci sur ledit canal de communication radio, et des moyens d'émission desdites informations sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de reconfiguration du nombre de porteuses  
30 et de la modulation attribués aux informations en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de

transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

Corrélativement au procédé de réception, l'invention a trait à un  
 5 dispositif de réception d'informations provenant d'un canal de communication radio, comportant des moyens de réception desdites informations émises sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations et des moyens de sélection des porteuses et de la modulation attribués auxdites informations, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de reconfiguration du  
 10 nombre de porteuses et de la modulation à sélectionner en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

15 L'invention a aussi pour objet une station de base apte à communiquer par radio des informations avec au moins une station périphérique, caractérisée en ce que ladite station de base comporte un dispositif de gestion des transmissions d'informations par radio tel que brièvement exposé ci-dessus.

20 Selon une caractéristique particulière, la station de base comporte un dispositif d'émission et un dispositif de réception tels que succinctement exposés plus haut.

Il convient de noter que le dispositif de gestion peut inclure le dispositif d'émission et le dispositif de réception ci-dessus mentionnés.

25 L'invention vise une station périphérique apte à communiquer par radio des informations avec une station dite de base, caractérisée en ce que ladite station périphérique comporte un dispositif d'émission et un dispositif de réception radio tels que succinctement exposés ci-dessus.

L'invention concerne également un réseau comportant une station de  
 30 base et au moins une station périphérique telles qu'exprimées ci-dessus.

La station de base et les stations périphériques peuvent comporter un ordinateur, une imprimante, un serveur, un télécopieur, un scanner, une caméra numérique, un appareil photographique numérique, une télévision, un magnétoscope ou un décodeur (appelé « set top box » en terminologie 5 Anglosaxonne).

L'invention vise par ailleurs un moyen de stockage d'informations lisible par un ordinateur ou un processeur contenant des instructions d'un programme informatique, caractérisé en ce qu'il permet la mise en œuvre d'au moins un des procédés de gestion, d'émission et de réception exposés ci- 10 dessus.

L'invention vise en outre un moyen de stockage d'informations lisible par un ordinateur ou un processeur contenant des données provenant de la mise en œuvre d'au moins un des procédés de gestion des transmissions, d'émission et de réception tels que brièvement exposés ci-dessus.

15 Les avantages et caractéristiques propres aux procédés d'émission et de réception, aux dispositifs de gestion, d'émission et de réception, à la station de base, aux stations périphériques et au réseau, ainsi qu'aux moyens de stockage d'informations étant les mêmes que ceux exposés ci-dessus concernant le procédé de gestion selon l'invention, ils ne sont pas rappelés ici.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue générale d'un réseau selon l'invention 25 comportant une station de base SB et plusieurs stations périphériques SPi ;

- la figure 2 est une vue schématique d'une station périphérique SP1 selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 3 est une vue schématique d'une station de base SB selon un premier mode de réalisation l'invention ;

30 - la figure 4 est une vue schématique détaillée du bloc d'émission 40 représenté sur la figure 2 ;

- la figure 5 est une vue schématique détaillée du circuit de modulation de porteuses 82 représenté sur la figure 4 ;
- la figure 6 est une représentation des données binaires 00, 01, 11, 10 dans le plan de Fresnel ;
- 5       - la figure 7 est une vue schématique détaillée du circuit d'attribution de porteuses 84 représenté sur la figure 4 ;
- la figure 8 est une vue schématique détaillée du bloc de réception 72 représenté sur la figure 2 ;
- la figure 9 est une vue schématique détaillée du circuit de sélection
- 10 de porteuses 126 représenté sur la figure 8 ;
- la figure 10 est une vue schématique détaillée du circuit de démodulation de porteuses 128 représenté sur la figure 8 ;
- la figure 11 est une vue schématique représentant la station de base SB et la station périphérique SP1 selon l'invention ;
- 15       - la figure 12 est un algorithme représentant les différentes étapes du procédé d'émission d'informations selon l'invention ;
- la figure 13 est un algorithme représentant les différentes étapes du procédé de gestion des transmissions d'informations selon l'invention ;
- la figure 14 est un algorithme représentant les différentes étapes du
- 20 procédé de réception d'informations selon l'invention ;
- la figure 15 est une vue schématique d'une station périphérique SP'1 selon un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 16 est une vue schématique d'une station de base SB' selon un second mode de réalisation l'invention ; et
- 25       - la figure 17 est une représentation schématique d'un symbole OFDM.

Dans l'exemple ci-dessous, on utilisera une matrice décomposable suivant l'algorithme de Cooley-Tuckey, ce qui permet une présentation facilement compréhensible des raisonnements.



De façon préalable à la description de l'invention, on rappelle ici quelques éléments relatifs au procédé classique de calcul de transformée de Fourier discrète, avec des exemples en base 4.

Une transformée de Fourier discrète peut être représentée par la multiplication d'un vecteur complexe U par une matrice, ce qui correspond bien à l'obtention d'une série de combinaisons linéaires des composantes du vecteur complexe initial.

Si l'on a  $W = \exp(-j2\pi/n)$ , avec n le nombre de composantes du vecteur complexe de la Transformée de Fourier discrète (notée également TFD), j la racine de -1, alors l'opération de TFD peut être représentée par l'équation :

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_{n-1} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{n}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & W & W^2 & \dots & W^{n-1} \\ 1 & W^2 & W^4 & \dots & W^{2(n-1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & W^{(n-1)} & W^{2(n-1)} & \dots & W^{(n-1)(n-1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_{n-1} \end{bmatrix}.$$

On définit d'une façon générale la matrice dite de Fourier d'ordre n par la matrice :

$$M = 1/\sqrt{n} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & W & W^2 & \dots & W^{n-1} \\ 1 & W^2 & W^4 & \dots & W^{2(n-1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & W^{(n-1)} & W^{2(n-1)} & \dots & W^{(n-1)(n-1)} \end{bmatrix}.$$

La transformée de Fourier inverse est obtenue en remplaçant W par  $W' = \exp(j2\pi/n)$ .

Si n est une puissance de 4, cette transformée peut être divisée en quatre groupes de quatre multiplications d'un vecteur par une matrice selon la forme suivante (selon l'algorithme de Cooley-Tuckey) :

$$\sqrt{n} \begin{bmatrix} X_{0+k \cdot n/4} \\ X_{1+k \cdot n/4} \\ X_{2+k \cdot n/4} \\ \dots \\ X_{n/4-1+k \cdot n/4} \end{bmatrix} = a_k D_0 T \begin{bmatrix} x_0 \\ x_4 \\ x_8 \\ \dots \\ x_{4(n/4-1)} \end{bmatrix} + b_k D_1 T \begin{bmatrix} x_1 \\ x_5 \\ x_9 \\ \dots \\ x_{n-3} \end{bmatrix} + c_k D_2 T \begin{bmatrix} x_2 \\ x_6 \\ x_{10} \\ \dots \\ x_{n-2} \end{bmatrix} + d_k D_3 T \begin{bmatrix} x_3 \\ x_7 \\ x_{11} \\ \dots \\ x_{n-1} \end{bmatrix}$$

pour  $k=1, 2, 3$  ;

avec les coefficients  $a_k, b_k, c_k, d_k$  égaux aux coefficients de la matrice

de Fourier de dimension 4, c'est à dire

$$\begin{bmatrix} a_0 & b_0 & c_0 & d_0 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -j & -1 & j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & j & -1 & -j \end{bmatrix},$$

- 5 T est la matrice de Fourier de dimension  $n/4$  et  $D_0, D_1, D_2, D_3$  sont des matrices diagonales constituées d'éléments  $W^l$  avec  $0 \leq l \leq n/4 - 1$ , suivant la forme :

$$D_i = \begin{bmatrix} W^0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & W^i & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W^{(n/4-1)i} \end{bmatrix}, \text{ et } D_0 \text{ étant une matrice d'identité.}$$

- 10 Dès lors, si les composantes d'un vecteur complexe à transmettre (associées aux données d'une séquence de données représentatives de grandeurs physiques) sont prises dans un alphabet  $\{1+j, 1-j, -1-j, -1+j\}$ , il n'y a pas, lors de la transmission de symboles complexes par la méthode dite OFDM, de multiplication dans les opérations à réaliser, et seulement des additions ou
- 15 des changements de signes, ce qui simplifie la mise en œuvre d'un tel procédé.

Comme représenté à la figure 1 et désigné par la référence générale notée 10, un réseau selon l'invention est constitué d'une station dite station de base SB et de plusieurs stations périphériques  $SP_i$ , avec  $i = 1$  à  $N$ .

- 20 Ces stations périphériques  $SP_i$  sont éloignées de la station de base SB, reliées chacune par liaison radio avec elle et susceptibles de se déplacer par rapport à cette dernière.

La station de base SB communique, avec la station périphérique  $SP_1$ , au moyen du lien radio ascendant 12 et du lien radio descendant 14, avec la station périphérique  $SP_2$  au moyen du lien radio ascendant 16 et du lien radio descendant 18 et avec la station périphérique  $SP_n$  au moyen du lien radio ascendant 1N et du lien radio descendant 2N.

Les transmissions 12, 14, 16, 18, ..., 1N et 2N se font par l'intermédiaire d'interfaces radio installées dans chaque station et de canaux de communication alloués à ces transmissions.

Le schéma bloc de la figure 2 représente une vue plus détaillée d'un premier mode de réalisation d'une station périphérique, par exemple de la station  $SP_1$ , qui comprend une source de données 20 et un dispositif 22.

D'une manière générale, le dispositif 22 est un dispositif d'émission et de réception d'informations selon l'invention.

Ces informations sont destinées à être transmises sur un canal de communication radio, sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations.

La source de données 20 est par exemple une caméra numérique, un ordinateur, une imprimante, un serveur, un télécopieur, un scanner, une caméra numérique, un appareil photographique numérique, une télévision, un magnétoscope ou un décodeur.

Ce dispositif d'émission et de réception 22 comporte une unité de traitement de données 24 comprenant une unité de calcul 26 notée UC, un moyen de stockage temporaire des données 28 (mémoire RAM), un moyen de stockage permanent 30 (mémoire ROM), une interface de bus 32 et un bus 34 qui relie la source de données 20 à ladite interface.

Le dispositif d'émission et de réception 22 comprend un bus 36 desservant l'unité de calcul 26, les moyens de stockage 28 et 30 et une interface modem 38.

Le dispositif d'émission et de réception 22 comporte en outre un bloc d'émission d'informations 40 et un bloc de réception d'informations 42, ainsi qu'un module radio 44 auquel sont connectés lesdits blocs 40 et 42.

Le module radio 44 est équipé d'une antenne radio 46. Le module radio et l'antenne constituent, d'une part, avec le bloc d'émission 40 des moyens d'émission et, d'autre part, avec le bloc de réception 42 des moyens de réception d'informations.

5 De son côté, la station de base SB comprend, ainsi que représenté à la figure 3, une source de données 50 et un dispositif d'émission et de réception d'informations 52 selon un premier mode de réalisation de l'invention.

Ce dispositif d'émission et de réception d'informations 52 comporte une unité de traitement de données 54 comprenant une unité de calcul 56 notée  
10 UC, un moyen de stockage temporaire des données 58 (mémoire RAM), un moyen de stockage permanent 60 (mémoire ROM), une interface de bus 62 et un bus 64 qui relie la source de données 50 à ladite interface.

Le dispositif d'émission/réception 52 comporte également un bus 66 desservant l'unité de calcul 56, les moyens de stockage 58 et 60 et une interface  
15 modem 68.

Le dispositif d'émission/réception 52 comporte en outre un bloc d'émission d'informations 70 et un bloc de réception d'informations 72, ainsi qu'un module radio 76 auquel sont connectés lesdits blocs 70 et 72. Le module radio et l'antenne constituent, d'une part, avec le bloc d'émission 70 des moyens  
20 d'émission et, d'autre part, avec le bloc de réception 72 des moyens de réception d'informations.

La source de données 50 est, par exemple, une caméra numérique, un ordinateur, une imprimante, un serveur, un télécopieur, un scanner, une caméra numérique ou un appareil photographique numérique, une télévision, un  
25 magnétoscope ou un décodeur.

Les blocs d'émission 70 et de réception 72 sont identiques respectivement au bloc d'émission 40 et au bloc de réception 42 de la station périphérique SP<sub>1</sub> de la figure 2.

On va maintenant décrire plus en détail les blocs d'émission 40 et de  
30 réception 72 en référence aux figures 4 à 10.

Le bloc d'émission d'informations 40 représenté à la figure 4 comporte un codeur 80 et des moyens d'attribution auxdites informations d'un nombre de porteuses et d'une modulation. Ces moyens d'attribution de porteuses et d'une modulation sont constitués, pour partie, d'un circuit de modulation de porteuses 82 et, pour partie, d'un circuit d'attribution de porteuses 84.

Ce bloc d'émission 40 comporte par ailleurs des moyens 86 de reconfiguration du nombre de porteuses et de la modulation attribués aux informations à transmettre.

Ces moyens 86 sont constitués, pour partie, d'un circuit 88 de reconfiguration du nombre de porteuses et, pour partie, d'un circuit 90 de reconfiguration de la modulation. La mise en œuvre et les conditions de reconfiguration sont expliquées plus loin.

Le bloc d'émission 40 comporte également un circuit réalisant une transformée de Fourier inverse rapide (IFFT) 92 et un multiplexeur de fréquence (MUX) 94.

Lorsque le bloc d'émission 40 est en fonctionnement, un ensemble d'informations J successives, provenant de la source de données 20, sont stockées dans la mémoire RAM 28 (fig.2).

Ces informations peuvent être traitées dans l'unité UC 26, et par exemple subir une opération de compression ou d'addition d'un code de redondance cyclique.

Les informations se trouvant dans la mémoire RAM 28 et qui ont éventuellement été traitées sont d'abord réparties en séquences S de données, par exemple de type binaire.

Chaque séquence S est envoyée à l'interface modem 38, puis au bloc d'émission 40 où les flots de données binaires, représentés par la référence 102 sur la figure 4, sont d'abord codés dans le circuit 80 et représentés par la référence 104, puis sont injectés dans le circuit de modulation de porteuses 82, appelé également circuit de report cartographique (« mapping circuit » en terminologie anglo-saxonne).

Dans ce circuit, les flots de données 104 sont alors groupés en R bits suivant la modulation choisie, puis transformés en nombres complexes, selon un alphabet de codage mémorisé par ailleurs.

5 L'ensemble de n nombres complexes forment un vecteur complexe U repéré par la référence notée 106 sur la figure 4 et qui est ensuite délivré au circuit 84.

Dans l'exemple décrit ici, R est par exemple égal à deux.

Comme représenté à la figure 5, le circuit de modulation 82 comporte, plus particulièrement, un bloc 98 de conversion série/parallèle des séquences de  
10 données entrantes.

Ce bloc délivre en sortie des blocs de bits destinés à un bloc de correspondance noté 100. Le bloc de correspondance 100 comporte des tables contenant des nombres complexes mémorisés et fait correspondre un bloc de R bits à un nombre complexe donné en fonction de la modulation choisie.

15 Les vecteurs complexes U issus du circuit 82 sont par exemple représentés dans le plan de Fresnel en coordonnées I et Q comme indiqué à la figure 6, selon un report cartographique de type QPSK dit à modulation de phase quaternaire (« Quaternary Phase Shift Keying » en terminologie Anglo-saxonne).

Les couples de données binaires 00, 01, 11 et 10 représentés sur la  
20 figure 6 sont respectivement associés aux nombres complexes  $1+j$ ,  $-1+j$ ,  $-1-j$ ,  $1-j$  qui portent le nom de symboles MAQ, pour Modulation d'Amplitude en Quadrature (noté « QAM » en terminologie Anglo-saxonne pour « Quadrature Amplitude Modulation ») et qui sont représentés par la référence 106 sur la figure 4.

25 Il convient de noter que la modulation appliquée dans le circuit 82 peut prendre différentes formes : BPSK (« Binary Phase Shift Keying » en terminologie anglo-saxonne), QPSK, 8PSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM... en fonction du choix qui est appliqué.

D'une manière générale, la taille et le nombre n de nombres  
30 complexes issus du circuit 82 dépendent de la modulation (type de modulation et

niveau) et du nombre de porteuses attribués. Une telle attribution sera décrite plus en détail dans la suite de l'exposé.

De retour à l'exemple décrit en référence à la figure 4, lors d'une émission, les nombres complexes formant un vecteur complexe 106 sont transférés dans le circuit d'attribution de porteuses 84 qui est représenté plus en détail à la figure 7.

Ainsi, sur cette figure, le circuit d'attribution de porteuses 84 joue en quelque sorte le rôle d'un commutateur et fait correspondre un nombre complexe à une entrée sélectionnée du circuit 92 qui réalise une transformée de Fourier inverse rapide (IFFT).

Différents nombres complexes sont donc affectés à des entrées  $e_i$ ,  $i = 0, \dots, n$  déterminées du circuit 92 en fonction des informations du nombre de porteuses sélectionnées pour la transmission d'informations et des numéros des entrées du circuit 92 correspondant aux porteuses sélectionnées, informations qui sont déterminées ailleurs, comme on le verra plus loin.

On obtient ainsi, en entrée du circuit (IFFT) 92, un vecteur complexe  $V$  dans lequel chaque composante représentée par la référence 108 sur la figure 4 correspond à une porteuse sélectionnée, modulée par un nombre complexe.

Ce circuit effectue la multiplication de chaque vecteur complexe  $V$  par la matrice de Fourier  $M$  mentionnée en début d'exposé pour obtenir le vecteur transformé  $Y$ .

Ce vecteur transformé  $Y$  est constitué de  $n$  nombres complexes représentés par la référence 110 sur la figure 4.

Les nombres complexes 110 générés à la sortie du circuit (IFFT) 92 sont ensuite multiplexés par le circuit (MUX) 94 pour créer un signal 112 comprenant l'ensemble des porteuses multiplexées, chaque porteuse transportant les données contenues dans un nombre du groupe de nombres complexes 106. Le signal 112 forme ainsi ce que l'on appelle un symbole OFDM.

Ce signal est ensuite modulé par une porteuse radio au niveau d'un modulateur non représenté, inclus dans le module radio 44 de la figure 2, pour

sa transmission en bande transposée sur le canal de communication radio considéré.

On va maintenant décrire plus en détail le bloc de réception 72 de la station de base SB en référence aux figures 8 à 10.

5           Le bloc de réception 72 comporte un démultiplexeur de fréquences (DEMUX) 122, un circuit réalisant une transformée de Fourier rapide (FFT) 124, des moyens de sélection des porteuses et de la modulation attribués aux informations transmises sur le canal de communication radio. Ces moyens de sélection sont constitués, pour partie, d'un circuit de sélection de porteuses 126  
10 et, pour partie, d'un circuit de démodulation de porteuses 128 (figure 8).

Le bloc de réception 72 comporte par ailleurs des moyens de reconfiguration du nombre de porteuses et de la modulation à sélectionner.

Ces moyens de reconfiguration sont constitués, pour partie, d'un circuit 130 de reconfiguration du nombre de porteuses à sélectionner et, pour  
15 partie, d'un circuit 132 de reconfiguration de la modulation à sélectionner. La mise en œuvre et les conditions de reconfiguration sont expliquées plus loin.

Le bloc de réception 72 comporte en outre un décodeur 134 des données codées et des moyens de mesure 136 du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio considéré.

20           Les moyens de reconfiguration 130, 132 et les moyens de mesure 136 forment un bloc 138 appelé bloc de contrôle du récepteur.

Lorsque le bloc de réception 72 est en fonctionnement, le signal radio est reçu du canal de communication radio par l'antenne 46 et est par exemple filtré dans le module radio 44 de la figure 2.

25           Le signal filtré subit un contrôle automatique de gain ramenant ainsi l'amplitude dudit signal à un niveau prédéterminé, qui est acceptable pour que le bloc de réception 72 puisse fonctionner.

Le signal est ainsi amplifié en raison des fortes atténuations qu'il a pu subir lors de sa transmission sur le canal de communication.

30           La puissance du signal amplifié est alors mesurée et comparée à une puissance de référence. Si la puissance amplifiée et mesurée ne correspond pas



à cette puissance de référence, le gain de l'amplificateur est ajusté par des circuits non représentés mais qui sont connus de l'homme de l'art.

Le signal est démodulé dans le module radio 44 par la porteuse radio utilisée lors de la modulation à l'émission du signal.

5 Le signal représenté par la référence 140 sur la figure 8 est ensuite transmis au bloc de réception 72, démultiplexé au niveau du démultiplexeur (DEMUX) 122, afin d'obtenir un groupe d'échantillons 142 du signal contenant le groupe de porteuses modulées par les nombres complexes et formant un vecteur colonne complexe  $Y'$ .

10 Une transformée de Fourier rapide (FFT) est ensuite appliquée par le circuit (FFT) 124 aux échantillons 142 afin d'obtenir les signaux 144 contenant les porteuses modulées par les symboles. Le calcul de la transformée de Fourier rapide directe consiste à multiplier la matrice  $M'$ , inverse de la matrice  $M$  mentionnée plus haut, par le vecteur  $Y'$  pour obtenir un vecteur constitué de  $n$   
15 nombres complexes modulant chacun une porteuse.

Il convient de noter que les matrices  $M$  et  $M'$  vérifient la relation  $MM' = Id$ , où  $Id$  désigne la matrice identité.

Lorsque la matrice  $M$  correspond à une transformée de Fourier inverse, la matrice  $M'$  correspond à une transformée de Fourier directe, mais il  
20 faut cependant remarquer que l'ordre des matrices peut être inversé.

Selon une variante non représentée, les matrices  $M$  et  $M'$  vérifiant la relation  $MM' = Id$  sont des matrices de Hadamard.

Les différentes sorties du circuit (FFT) 124 sont connectées à différentes entrées du circuit de sélection de porteuses 126 (figure 9). Ce circuit  
25 126 sélectionne, parmi les différentes sorties de circuit (FFT) 124, les porteuses qui ont été utilisées pour la transmission des nombres complexes ou de nouvelles porteuses plus adaptées à la transmission d'informations considérée, et fournit, en sortie, lesdits nombres complexes 146 en parallèle. Ces nombres complexes forment le vecteur complexe approché  $Z$ .

30 Le circuit de sélection 126 joue en quelque sorte le rôle d'un commutateur.

Chacun des  $n$  nombres complexes correspond à un point dans le plan de Fresnel qui est représenté à la figure 6.

Les signaux 146 constitués des nombres complexes sont ensuite fournis au circuit de démodulation 128 pour générer la séquence de données  
5 numériques codées 148.

Comme représenté à la figure 10, le circuit de démodulation 128 comporte plus particulièrement, un bloc de correspondance 150 qui comprend des tables contenant des données binaires groupées en blocs de bits avec une  
10 taille de bloc correspondant à la modulation (type et niveau) choisie.

Ainsi, ce bloc 150 reçoit, en entrée, des nombres complexes 146, par exemple  $1+j$ ,  $-1+j$ ,  $-1-j$ ,  $1-j$ , et leur fait correspondre respectivement les couples de données binaires 00, 01, 11 et 10 (figure 6) puisque la modulation QPSK a été choisie, comme on l'a vu plus haut, lors de l'émission.

Pour obtenir cette correspondance, il est prévu d'effectuer une étape  
15 de décision quant à la position dans le plan de Fresnel des points dudit vecteur approché complexe  $Z$  par rapport aux points de l'alphabet de codage utilisé lors de l'émission, et qui sont ceux formant le vecteur complexe  $U$ , associé à l'information susceptible d'avoir été émise.

L'étape de décision est effectuée selon un critère qui prend en compte  
20 la valeur minimale de la distance euclidienne entre chaque point obtenu pour le vecteur approché  $Z$  et ceux correspondant au vecteur  $U$ .

Lorsque la distance euclidienne calculée entre l'un des points obtenus pour le vecteur approché  $Z$  et l'un des points de l'alphabet est minimale, on en déduit que le point susceptible d'avoir émis est celui de l'alphabet.

L'étape de décision peut également être effectuée suivant une  
25 décision au maximum de vraisemblance sur un ensemble de symboles, par l'usage d'une distance de Hamming ou d'une distance euclidienne et d'un algorithme de Viterbi.

Ainsi, les nombres complexes sont associés chacun à un point de  
30 l'alphabet de codage utilisé à l'émission et fournissent les séquences de données binaires qui ont été transmises.

Les moyens de reconfiguration 132 peuvent modifier la modulation appliquée comme on le verra ultérieurement.

Les couples de données binaires repérés par la référence 152 sur la figure 10 sont envoyés en parallèle vers un bloc 154 qui effectue la conversion  
5 parallèle/série desdites données et délivre au décodeur 134 les données 148.

Les moyens de reconfiguration 132 agissent également sur le bloc de conversion 154 en lui fournissant le nombre R évoqué précédemment et suivant lequel les données binaires sont groupées.

Les séquences S de données issues du décodeur 134 de la figure 8  
10 sont ensuite mémorisées dans la mémoire RAM 28 de la figure 2 et traitées par l'unité de traitement UC 26.

Il convient de noter que la transmission de porteuses modulées par des symboles, qui a été décrite ici, concerne une transmission de symboles par une technique de modulation connue sous le nom d'OFDM.

15 Toutefois, d'autres types de transmission de porteuses modulées par des symboles peuvent également convenir, comme par exemple, une technique de transmission radio connue sous le nom de AMDF pour Accès Multiple par Division de Fréquences (notée « FDMA » en terminologie Anglosaxonne pour « Frequency Division Multiple Access ») ou une technique d'étalement de  
20 spectre par saut de fréquence.

La figure 11 représente la station périphérique  $SP_1$  et la station de base SB communiquant entre elles des informations au moyen du lien ascendant 12 et du lien descendant 14.

La station périphérique  $SP_1$  est en tout point identique à celle  
25 représentée sur la figure 2. La station de base SB reprend tous les éléments indiqués sur la figure 3, mais leur disposition a été quelque peu modifiée pour faire apparaître de nouveaux éléments.

La référence 52 du dispositif d'émission et de réception d'informations a disparu pour faire apparaître la référence 170 qui correspond à un dispositif de  
30 gestion des transmissions d'informations par radio entre la station de base et la station périphérique  $SP_1$  conforme à l'invention.

Ce dispositif de gestion des transmissions 170 comporte le dispositif d'émission et de réception 52 de la figure 3, mais celui-ci n'a pas été reproduit pour ne pas compliquer le schéma.

5 Ce dispositif de gestion des transmissions 170 comporte, comme représenté à la figure 11 et inséré entre les blocs d'émission 70 et de réception 72, un bloc de gestion des transmissions noté 172.

Lorsque la station périphérique  $SP_i$  souhaite communiquer des informations à la station de base SB sur le canal radio considéré, elle émet au préalable une requête spécifiant une qualité de services souhaitée pour la  
10 transmission d'informations à venir.

Cette qualité de services souhaitée précise le taux d'erreur de transmission et le débit de transmission souhaités pour la transmission d'informations considérée entre la station de base et la station périphérique.

Le dispositif de gestion des transmissions 170 comporte, d'une part,  
15 des moyens de réception de cette requête qui sont constitués par l'antenne 78, le module radio 76 et le bloc de réception 72 et, d'autre part, un bloc de gestion 172.

Ce dispositif de gestion des transmissions 170 comporte également des moyens de réception d'au moins une mesure du taux d'erreur de transmission pour une transmission d'informations donnée, mesure qui a été  
20 effectuée par les moyens notés 136 sur la figure 8.

Le bloc de gestion 172 comporte des moyens, notés 174, de détermination d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en réponse à la qualité de services requise, en termes de taux d'erreurs de  
25 transmission et de débit de transmission, pour une transmission d'informations donnée.

Il convient de noter que ce nombre de porteuses et cette modulation varient suivant différentes qualités de services requises sur un même canal de communication radio et pour différentes transmissions d'informations.

Ces moyens de détermination 174 communiquent de manière bidirectionnelle, comme représenté sur la figure 11 par deux flèches, avec le bloc de réception 72.

5 Les moyens 174 déterminent le nombre de porteuses et la modulation adaptés à une requête de qualité de services, en vue de leur allocation au canal de communication radio affecté à la transmission d'informations considérée.

Ces moyens de détermination 174 communiquent avec le bloc d'émission 70 pour transmettre à la station périphérique SP<sub>1</sub> les paramètres de transmission que sont le nombre de porteuses et la modulation.

10 Ces paramètres de transmission sont également transmis au bloc de réception 72 de la station de base SB.

Le bloc de gestion 172 comporte par ailleurs des moyens 176 pour, d'une part, analyser la mesure du taux d'erreur de transmission qui a été reçue par les moyens de mesure 136 du bloc de réception 72 et transmise audit bloc  
15 176, et d'autre part, pour comparer le résultat de cette analyse avec la qualité de services requise, en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission souhaités.

Le résultat de cette comparaison est transmis aux moyens de détermination 174.

20 Il convient de noter que les moyens 174 de détermination du nombre de porteuses et de la modulation adaptés à une transmission d'informations sont mis en œuvre avant que la transmission d'informations en question ne se produise.

Cependant, comme on le verra par la suite, ces moyens de  
25 détermination peuvent également être mis en œuvre au cours de la transmission d'informations elle-même.

Plus particulièrement, la qualité de services requise pour une transmission d'informations donnée, s'exprime en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation de débit de transmission acceptables  
30 pour ladite transmission d'informations.

Ainsi, pour une transmission d'informations, qui s'apparente à la transmission de fichiers, le débit de transmission peut varier dans une large mesure alors que le taux d'erreur acceptable doit être le plus faible possible et ne pas varier.

5           En revanche, pour des applications du type temps réel, le débit de transmission doit être aussi constant que possible alors que le taux d'erreur, lui, peut varier.

          L'invention prévoit d'adapter à chaque qualité de services requise qui, comme on vient de le voir, peut être très différente d'une transmission  
10 d'informations à l'autre, un couple donné constitué d'un nombre de porteuses et d'une modulation.

          On va maintenant décrire les procédés d'émission, de gestion des transmissions et de réception conformes à l'invention, en référence aux algorithmes respectifs des figures 12 à 14.

15           Comme représenté à la figure 12, le procédé d'émission suivant l'invention comporte une étape notée  $E_1$  au cours de laquelle la station périphérique  $SP_1$  transmet à la station de base SB une demande de transmission à laquelle est associée une qualité de services requise.

          Cette qualité de services précise le débit de transmission et le taux  
20 d'erreur de transmission acceptables pour la transmission d'informations donnée entre la station périphérique  $SP_1$  et la station de base SB.

          Comme on vient de le voir, la qualité de services précise également le seuil du taux d'erreur de transmission et la variation du débit de transmission acceptables pour la transmission d'informations considérée.

25           Ainsi que représenté à la figure 13, le procédé de gestion des transmissions radio entre la station périphérique  $SP_1$  et la station de base SB, selon l'invention, comporte une étape notée  $G_1$  au cours de laquelle le dispositif de gestion des transmissions 170 de la station de base SB reçoit de la station périphérique  $SP_1$  la demande de transmission ainsi que la demande de la qualité  
30 de services associée.

Le dispositif de gestion des transmissions 170 détermine, grâce aux moyens 174, les paramètres de transmission (nombre de porteuses et modulation) adaptés à la qualité de services requise, en termes de taux d'erreurs de transmission et de débit de transmission pour la transmission d'informations considérée. Cette étape de détermination des paramètres de la transmission est

5 réalisée, au cours de l'étape notée  $G_2$  du procédé de gestion selon l'invention.

Lorsque cette étape de détermination est réalisée, les paramètres de transmission, à savoir le nombre de porteuses et la modulation, qui sont alloués à la transmission considérée, sont transmis (étape  $G_3$ ) par le bloc de gestion

10 172, d'une part, au bloc de réception 72 et d'autre part, au bloc d'émission 70 en vue de l'émission de ces paramètres vers la station périphérique  $SP_1$ .

Conformément à l'étape  $R_1$  du procédé de réception suivant l'invention, dont l'algorithme est représenté à la figure 14, le bloc de réception 72 reçoit les paramètres de transmission ainsi déterminés.

De retour à la figure 8 qui détaille le bloc de réception 72 de la station de base, on voit que les paramètres de la transmission qui ont été déterminés sont dirigés vers les deux blocs 130 et 132. Le nombre de porteuses qui a été attribué à la station de communication considérée, compte tenu de la qualité de services requise, est transmis aux moyens 130 de reconfiguration du nombre de

15 20 porteuses.

La modulation adaptée à la transmission considérée, compte tenu de la qualité de service requise pour celle-ci, est transmise aux moyens 132 de reconfiguration de la modulation.

Considérons, par exemple, que l'opération de transformée de Fourier réalisée dans le bloc 124 (figure 8) fournit en sortie 1512 points et considérons que le dispositif de gestion des transmissions et, plus précisément, les moyens de détermination 174, d'une part, indiquent que, compte tenu de la qualité de services requise, il est nécessaire de disposer de 501 porteuses et, d'autre part, identifient les 501 sorties utiles du circuit de FFT 124.

25

Ainsi, dans l'exemple considéré, sur les 1512 points de sortie du circuit 124, seuls 501 ont une valeur significative et les moyens 130 réalisent une

30

reconfiguration du nombre de porteuses en sélectionnant les 501 sorties utiles du circuit 124.

De même, les informations concernant la modulation adaptée à la transmission considérée, permettent aux moyens 132 de reconfigurer la modulation appliquée aux futurs symboles complexes 146, d'une part, en  
5 sélectionnant la table de correspondance adaptée et, d'autre part, en agissant sur le bloc de conversion parallèle série 154 en fournissant audit bloc le nombre R suivant lequel les données binaires doivent être groupées.

Lorsque le bloc de réception 72 de la station de base a été  
10 reconfiguré suivant ces paramètres de transmission, conformément à l'étape  $R_2$  du procédé de réception suivant l'invention, ledit bloc de réception émet un message de confirmation de reconfiguration au bloc de gestion 172.

Du côté de la station périphérique  $SP_1$ , les paramètres de transmission transmis sur le lien descendant noté 14 sur la figure 11 sont  
15 distribués, d'une part, au bloc de réception 42, d'autre part, au bloc d'émission 40 par l'intermédiaire de l'interface modem 38.

Comme représenté sur la figure 4, les paramètres de transmission sont destinés d'une part, aux moyens de reconfiguration 90 de la modulation à attribuer à la transmission d'informations, et d'autre part, aux moyens de  
20 reconfiguration 88 du nombre de porteuses à attribuer à la transmission d'informations.

En fonction des paramètres de modulation reçus (type de modulation et niveau), les moyens de reconfiguration 90 agissent sur le bloc de conversion série parallèle 98 en lui fournissant le nombre R suivant lequel les données  
25 binaires doivent être groupées et sélectionnent dans le bloc 100 la table de correspondance adaptée à la modulation considérée.

En fonction des paramètres de transmission reçus du dispositif de gestion 172, à savoir le nombre de porteuses et le numéro des porteuses à considérer, les moyens de reconfiguration 88 font correspondre les symboles  
30 complexes 106 (figure 7) aux numéros des entrées  $e_i$ ,  $i = 0$  à  $n$ , du circuit 92 (IFFT) qui ont été fournies par le dispositif de gestion 170.



Les moyens de reconfiguration 88 commutent en quelque sorte les symboles complexes 106 sur les entrées correspondant aux porteuses appropriées du circuit 92 (IFFT).

5 Lorsque le bloc d'émission 40 de la station périphérique  $SP_1$  reçoit les paramètres de transmission déterminés par le dispositif de gestion 170 de la station de base SB, conformément à l'étape  $E_2$  du procédé d'émission suivant l'invention, et lorsque l'étape de reconfiguration suivant ces paramètres a eu lieu (étape  $E_3$ ), la station périphérique  $SP_1$  émet un message de confirmation de reconfiguration à destination du dispositif de gestion 170.

10 Le procédé de gestion des transmissions suivant l'invention comporte une étape  $G_4$  de réception des messages de confirmation de reconfiguration en provenance du bloc de réception 72 et de la station périphérique  $SP_1$ .

Conformément à l'étape  $G_5$  de ce même procédé, le dispositif de gestion des transmissions suivant l'invention adresse un message d'autorisation de la transmission au bloc de réception 72 et à la station périphérique  $SP_1$ .

Conformément à l'étape  $E_4$  du procédé dont l'algorithme est représenté à la figure 12, le bloc d'émission 40 de la station  $SP_1$  reçoit le message d'autorisation d'émission en provenance du dispositif de gestion 170.

20 La station périphérique  $SP_1$  procède ensuite à l'émission d'informations suivant les paramètres de transmission adaptés (étape  $E_5$ ).

Dans le cas où la transmission d'informations entre la station  $SP_1$  et la station SB prend fin, alors l'étape  $G_6$  est suivie de l'étape  $G_7$  (figure 13).

25 Dans le cas contraire, les moyens 136 représentés à la figure 8 mesurent le taux d'erreur de la transmission d'informations en cours et transmettent le résultat de cette mesure au bloc 176 représenté sur la figure 11 (étape  $R_4$  de la figure 14). Suivant l'étape  $G_8$ , le bloc 176 reçoit cette mesure de taux d'erreur.

30 Conformément à l'étape  $G_9$ , le bloc 176 analyse la mesure du taux d'erreur de la transmission d'informations en cours et compare le résultat de cette analyse avec la qualité de services requise, en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission.

Si le résultat de cette analyse ne respecte pas la qualité de services requise pour la transmission d'informations considérée, alors les paramètres de transmission doivent être à nouveau modifiés.

5 Dans ce cas, l'étape  $G_{10}$  est suivie des étapes  $G_2$  à  $G_5$  précédemment décrites.

Le dispositif de gestion des transmissions suivant l'invention, noté 170, détermine de ce fait de nouveaux paramètres de transmissions (nombre de porteuses et modulation) et les transmet au bloc de réception 72 et à la station périphérique  $SP_1$ .

10 La station périphérique  $SP_1$  reçoit du dispositif de gestion des transmissions un message de reconfiguration des paramètres de la transmission en cours (étape  $E_6$ ). Dans ce cas, les étapes  $E_3$  à  $E_5$  du procédé d'émission sont à nouveau réalisées.

15 Parallèlement, le bloc de réception 72 reçoit le message de reconfiguration des paramètres de la transmission en cours (étape  $R_5$ ) et les étapes précédemment décrites  $R_2$  à  $R_4$  sont à nouveau réalisées.

Dans la mesure où il est déterminé que les paramètres de la transmission en cours ne doivent pas être modifiés (étape  $G_{10}$ ) alors l'étape  $R_5$  est suivie de l'étape  $R_6$  (figure 14) au cours de laquelle un test est réalisé pour savoir si le bloc de réception 72 reçoit une fin de transmission.

20

Si la transmission n'est pas terminée, alors les étapes précédemment décrites  $R_3$  et  $R_4$  sont à nouveau réalisées.

De ce fait, du côté du procédé de gestion des transmissions suivant l'invention, l'étape  $G_{10}$  est suivie des étapes  $G_8$  et  $G_9$  qui sont elles aussi réalisées à partir d'une nouvelle mesure du taux d'erreur de transmission réalisée par le bloc de réception 72.

25

Cette mesure du taux d'erreur de la transmission en cours et l'adaptation correspondante du nombre de porteuses et de la modulation afin de satisfaire aux critères de la qualité de service demandée sont réalisées en permanence au cours de la transmission d'informations considérée.

30

De retour à la figure 12, lorsqu'aucun message de reconfiguration des paramètres de la transmission en cours n'est reçu du dispositif de gestion 170, alors l'étape E<sub>6</sub> est suivie de l'étape E<sub>7</sub> au cours de laquelle un test est réalisé pour savoir si le bloc d'émission 40 de la station périphérique SP<sub>1</sub>,  
 5 demande une fin de transmission.

Si une fin de transmission n'est pas demandée, alors l'étape E<sub>7</sub> est suivie des étapes E<sub>5</sub> et E<sub>6</sub>.

En revanche, si le bloc d'émission demande une fin de transmission, alors l'étape E<sub>7</sub> est suivie de l'étape E<sub>8</sub> au cours de laquelle la station  
 10 périphérique SP<sub>1</sub> émet un message de fin de transmission au moyen du lien radio ascendant 12 vers le dispositif de gestion des transmissions suivant l'invention 170. Le bloc de réception 72 reçoit lui aussi le message de fin de transmission et l'étape R<sub>6</sub> est suivie de l'étape R<sub>7</sub> mettant fin à la transmission.

L'étape G<sub>6</sub> réalise un test sur la fin de transmission et est suivie dans  
 15 ce cas de l'étape G<sub>7</sub> mettant fin à ladite transmission.

La station de communication périphérique SP', représentée à la figure 15 concerne un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Sur cette figure, tous les éléments qui restent inchangés par rapport à ceux de la figure 2 sont repris et conservent les mêmes références.

20 La station périphérique SP', comporte une source de données 20 et un dispositif d'émission et de réception d'informations 200.

Ce dispositif d'émission/réception 200 comporte une unité de traitement de données 202 qui comprend une unité centrale notée UC référencée 26, un interface de bus 32 et un bus 34 qui relie la source de  
 25 données 20 à ladite interface 32, l'unité de traitement de données 202 comprend également une interface modem 38, un moyen de stockage temporaire de données (mémoire RAM) 204 et un moyen de stockage permanent (mémoire ROM) noté 206.

Le dispositif d'émission et de réception 200 comporte également un  
 30 bloc d'émission d'informations 208 relié à un module radio 44 qui est équipé d'une antenne 46.



Le dispositif d'émission et réception 200 comporte également un bloc de réception 210 relié au module radio 44 ainsi qu'une interface modem 38.

Comme représenté sur la figure 15, l'interface de bus 32, l'unité centrale 26, l'interface modem 38 et les moyens de stockage 204 et 206 sont  
5 tous reliés par un bus 36.

Dans ce mode de réalisation, les fonctionnalités des procédés d'émission et de réception selon l'invention sont réalisées au moyen de programmes informatiques notés respectivement Progr E et Progr R.

Le programme qui permet la mise en œuvre du procédé d'émission  
10 suivant l'invention est placé dans une zone mémoire notée 206a du moyen de stockage 206. Les instructions de ce programme informatique correspondent aux étapes  $E_1$  à  $E_8$  de l'algorithme représenté à la figure 12.

Le programme qui permet la mise en œuvre du procédé de réception d'informations selon l'invention est placé dans une zone mémoire notée 206b du  
15 moyen de stockage 206.

Les instructions de ce programme informatique correspondent aux étapes  $R_1$  à  $R_7$  de l'algorithme représenté à la figure 14.

Dans ce mode de réalisation, les blocs d'émission 208 et de réception 210 comportent les mêmes éléments que les blocs d'émission 40 (figure 4) et de  
20 réception 72 (figure 8), à l'exception des blocs respectifs 86 (figure 4) et 138 (figure 8) qui ne sont pas repris dans lesdits blocs 208 et 210.

En effet, les fonctionnalités mises en œuvre dans ces blocs sont désormais réalisées par les programmes informatiques respectifs ProgrE et ProgrR.

25 Le moyen de stockage 204 comporte plusieurs registres notés 204a à 204f qui contiennent différentes variables utilisées au cours de l'exécution des instructions des programmes informatiques précédemment mentionnés.

Ainsi, le registre 204a contient une variable appelée nombre de porteuses et notée NSP. Le registre 204b contient une variable appelée  
30 modulation et notée Mod. Le registre 204c contient une variable appelée taux d'erreur de transmission et notée TE. Le registre 204d contient une variable

appelée bande passante (correspond également au débit de transmission) et notée BW. Le registre 204e contient une variable appelée qualité de services et notée QoS.

5 Le registre 204f contient une variable appelée mesure, notée Mes, et qui correspond au résultat de la mesure du taux d'erreur d'une transmission en cours, effectuée dans le bloc 210.

Les variables TE, BW et QoS sont utilisées lors de l'étape E<sub>1</sub> du programme informatique Progr E.

10 Les paramètres de transmission notés NSP et MoD sont utilisés lors des étapes E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> et E<sub>6</sub> du programme informatique Progr E et lors des étapes R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> du programme informatique Progr R.

La figure 16 illustre un deuxième mode de réalisation d'une station de communication de base SB' selon l'invention. Cette station comporte une source de données 50 et un dispositif de gestion des transmissions 212.

15 Ce dispositif de gestion des transmissions 212 assure également les fonctions d'émission et de réception. Le dispositif de gestion des transmissions 212 comporte une unité de traitement des données 214 qui comprend une unité centrale notée UC et référencée 56, une interface de bus 62 et un bus 64 qui relie la source de données 50 à ladite interface de bus, une interface modem  
20 notée 68, un moyen de stockage temporaire de données (mémoire RAM) noté 220 et un moyen de stockage permanent (mémoire ROM) noté 222.

Un bus 66 relie l'unité centrale 56, l'interface de bus 62, l'interface modem 68 et les moyens de stockage 220 et 222.

25 Le dispositif de gestion des transmissions selon un deuxième mode de réalisation de l'invention comporte également un bloc d'émission 224 relié à un module radio 76 qui est équipé d'une antenne 78.

Le bloc d'émission 224 est également relié à l'interface modem 68.

30 Le dispositif de gestion des transmissions 212 comporte également un bloc de réception 226 qui est, d'une part, relié au module radio 76 et d'autre part, à l'interface modem 68.

Dans ce mode de réalisation, les fonctionnalités du procédé de gestion des transmissions et de réception selon l'invention sont réalisées au moyen de programmes informatiques notés Progr G et Progr R.

5 Le moyen de stockage permanent 222 comporte deux zones mémoires notées 222a et 222b qui contiennent respectivement les programmes Progr G et Progr R.

Les instructions du programme Progr G correspondent aux étapes  $G_1$  à  $G_{10}$  de l'algorithme représenté à la figure 13.

10 Les instructions du programme Progr R correspondent aux étapes  $R_1$  à  $R_7$  de l'algorithme représenté à la figure 14.

Le moyen de stockage temporaire de données 220 comporte plusieurs registres notés 220a à 220f contenant chacun une variable différente qui est utilisée au cours de l'exécution des différentes instructions des programmes informatiques précédemment mentionnés.

15 Les variables notées NSP, Mod, TE, BW, QoS et Mes sont les mêmes que celles qui ont été décrites en référence à la figure 15 et ne sont donc pas explicitées davantage ici. Ces variables sont respectivement contenues dans les registres 220a à 220f des moyens de stockage temporaire de données 220.

20 Les variables TE, BW et QoS sont utilisées au cours de l'étape  $G_1$  du programme Progr G. Les variables notées NSP, Mod sont utilisées au cours des étapes  $G_2$  et  $G_3$  du programme Progr G.

Les premières variables citées TE, BW et QoS sont également utilisées au cours de l'étape  $G_9$  de ce même programme. La variable Mes est utilisée au cours des étapes  $G_8$  et  $G_9$ .

25 Les paramètres de transmission représentés par les variables NSP et Mod sont utilisés au cours de l'étape  $R_1$  du programme informatique Progr R. La variable Mes est utilisée au cours de l'étape notée  $R_4$  du programme informatique Progr R.

30 Il convient de noter que les blocs d'émission 224 et de réception 226 de la station de base SB' sont identiques aux blocs 40 et 72 représentés

respectivement sur les figures 4 et 8, à l'exception des blocs 86 et 138 qui ne sont pas repris.

En effet, les fonctionnalités assurées par ces blocs sont maintenant effectuées par les programmes informatiques.

5           Le moyen de stockage permanent comporte également une zone mémoire notée 222c qui contient un programme informatique Progr E de mise en œuvre du procédé d'émission suivant l'invention.

10           Les instructions de ce programme correspondent aux étapes  $E_1$  à  $E_8$  représentées sur l'algorithme de la figure 12. Les variables contenues dans les registres 220c, 220d, 220e sont utilisées au cours de l'étape  $E_1$  du programme Progr E. Les variables contenues dans les registres 220a et 220b sont utilisées au cours des étapes  $E_2$ ,  $E_3$  et  $E_6$  du programme informatique Progr E.

15           Selon une variante non représentée, les fonctionnalités des blocs d'émission 224 et de réception 226 de la station de base SB' sont réalisées par un ou des programmes informatiques stockés dans des zones mémoires du moyen de stockage 222.

20           Afin d'illustrer les choix possibles de reconfiguration de la modulation et du nombre de porteuses pour garantir une qualité de services donnée, nous allons prendre comme exemple les paramètres de la modulation OFDM qui suivent et qui sont :

- nombre de porteuses = 1512 ou 6048 porteuses utiles,
- 3 niveaux de modulation : 4QAM, 16QAM, 64QAM,
- 3 rapports de codage :  $1/2$  ;  $2/3$  ;  $3/4$  ;  $5/6$  ;  $7/8$ ,
- temps de garde :  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$ ,  $1/32$  de la durée des symboles OFDM.

25           On définit le rapport de codage comme étant le rapport entre le nombre d'informations utiles et le nombre d'informations de redondance ajoutées par le codage pour rendre plus fiable la transmission d'informations. Un rapport de codage de  $3/4$  signifie qu l'on a trois informations utiles pour une information de redondance.

30           Le temps de garde définit, quant à lui, l'intervalle de temps séparant deux transmissions consécutives de symboles OFDM.

En modifiant l'ensemble de ces paramètres, on obtient différents débits globaux possibles. Ainsi, si l'on fixe le rapport de codage à 7/8 et le temps de garde à 1/32, on obtient, en fonction du niveau de modulation de type QAM utilisé, les débits globaux suivants :

- 5                    - 4 QAM    →      10,56 Mbit/s (toutes les porteuses sont utilisées)  
                      - 16QAM   →      21,11 Mbit/s (toutes les porteuses sont utilisées)  
                      - 64QAM   →      31,67 Mbit/s (toutes les porteuses sont utilisées)

Par conséquent, avec 1512 porteuses utiles, si l'on veut affecter à une transmission d'informations un débit utile de 3,5 Mbit/s, nous avons les trois solutions suivantes :

Solution	Débit utile	Modulation	Nombre de porteuses
1	3,499 Mbit/s	4QAM	501
2	3,504 Mbit/s	16QAM	251
3	3,497 Mbit/s	64QAM	167

avec le débit utile qui s'exprime sous la forme :

$$\text{débit utile} = (\text{débit global}/1512) \times \text{nombre de porteuses allouées.}$$

15

La solution 1 utilise une modulation très robuste 4QAM qui pourra garantir une transmission avec un taux d'erreur faible, mais en contrepartie près d'un tiers (501/1512) des porteuses sera nécessaire.

La solution 2 utilise une modulation moins robuste 16QAM mais ne nécessite qu'un sixième des porteuses.

20

La solution 3 utilise un neuvième des porteuses avec une modulation peu robuste.

Pour garantir le débit de 3,5 Mbit/s, le dispositif de gestion 170 ou 212 selon l'invention a donc le choix entre ces trois solutions.

25

Son choix se fait en fonction du taux d'erreur admissible pour la transmission considérée.



Ce taux d'erreur est lié à la qualité de services requise avec la demande de transmission.

On pourrait penser que la solution 1 sera toujours la solution la plus intéressante quelle que soit la qualité de services demandée.

5                   Cependant, la fonction du dispositif de gestion selon l'invention étant d'utiliser les ressources radio le plus efficacement possible, il serait néfaste en terme de gestion des ressources radio d'utiliser la solution 1 alors que les conditions courantes de transmission permettent de choisir la solution 3.

10                   On comprend facilement que si la solution 3 est choisie pour l'ensemble des stations périphériques SP<sub>i</sub> communiquant avec la station de base SB, il sera possible d'avoir simultanément neuf transmissions avec chacune un débit de 3,5 Mbits/s, alors que la solution 1 ne permettrait que trois transmissions.

15                   Lorsque les ressources radio d'un réseau deviennent limitées, le dispositif de gestion 170 ou 172 selon l'invention va devoir faire des compromis entre les paramètres de transmission déterminés pour une transmission d'informations donnée et ce qu'il peut réellement offrir. Ces compromis dépendent des qualités de services requises.

Par exemple :

20                   - une qualité de service A définit une fluctuation du débit utile requis de +/- 20 % et un seuil de taux d'erreur de bits transmis de  $10^{-6}$ .

Une qualité de service B définit une fluctuation du débit utile requis de +/- 5 % et un seuil de taux d'erreur de bits transmis de  $10^{-5}$ .

25                   Une qualité de service C définit une fluctuation du débit utile requis de +/- 30 % et un seuil de taux d'erreur de bits transmis de  $10^{-8}$ .

Une qualité de service D définit une fluctuation du débit utile requis de +/-1 % et un seuil de taux d'erreur de bits transmis de  $10^{-8}$ .

30                   Supposons maintenant, par exemple, que les stations périphériques SP<sub>1</sub> et SP<sub>2</sub> de la figure 1 ont requis le même débit et le même seuil de taux d'erreur et sont disposées à des distances différentes par rapport à la station de base SB.

Par exemple, la station périphérique  $SP_1$  est plus proche de la station de base que la station  $SP_2$ .

La transmission d'informations entre  $SP_1$  et SB pourra alors utiliser une modulation peu robuste (ex: 64 QAM) et un nombre de porteuses réduit.

5 Par contre, la transmission d'informations entre  $SP_2$  et SB, du fait de la distance qui les sépare, devra donc, d'une part, utiliser une modulation très robuste (4QAM) pour obtenir un taux d'erreur équivalent à celui de la transmission entre  $SP_1$  et SB et, d'autre part, nécessiter un nombre de porteuses très nettement supérieur à celui affecté à ladite transmission entre  $SP_1$  et SB.

10 Si le dispositif de gestion selon l'invention ne peut pas allouer le nombre suffisant de porteuses, le débit de la transmission d'informations entre  $SP_2$  et SB sera diminué.

Si ce débit devient inférieur au débit minimum toléré par la qualité de services demandée par la station  $SP_2$ , le dispositif de gestion devra réduire le  
15 nombre de porteuses alloué à la transmission d'informations entre  $SP_1$  et SB afin de satisfaire la transmission entre  $SP_2$  et SB.

Cet exemple présente le rôle important que joue le dispositif de gestion dans la gestion optimale des ressources radio d'un réseau.

Dans un autre exemple, les stations périphériques  $SP_1$  et  $SP_2$  de la  
20 figure 1 ne requièrent pas la même qualité de services, la qualité de services demandée par  $SP_1$  nécessitant un nombre de porteuses bien supérieur à celle demandée par  $SP_2$ .

Dans un tel cas, le compromis établi par le dispositif de gestion selon l'invention est simple puisque les porteuses non utilisées pour la transmission  
25 d'informations entre  $SP_2$  et SB sont affectées à la transmission d'informations entre  $SP_1$  et SB.

Il convient également de noter qu'en plus des qualités de services requises pour les transmissions d'informations entre les stations périphériques  $SP_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , et la station de base SB, des priorités peuvent être attribuées à  
30 ces transmissions d'informations en fonction par exemple de la nature des informations à transmettre et des applications envisagées.

Selon cette possibilité, si l'une des transmissions d'informations entre une station périphérique, par exemple  $SP_1$  et la station de base SB se voit attribuer une priorité supérieure aux transmissions entre les autres stations périphériques et la station de base SB, et si cette même transmission nécessite,

5 de par sa qualité de services requise, un nombre de porteuses supérieur à celui alloué précédemment, alors, quelles que soient les qualités de services requises pour les autres transmissions, le nombre nécessaire de porteuses sera prélevé sur l'une ou plusieurs de ces autres transmissions.

Il peut d'ailleurs être prévu que le nombre de porteuses nécessaire à

10 la transmission d'informations de priorité la plus élevée soit prélevé sur la transmission d'informations de priorité la plus basse.

A titre d'exemple, la figure 17 représente un symbole ODFM de 1512 porteuses réparties sur trois transmissions d'informations entre  $SP_1$ ,  $SP_2$ ,  $SP_3$  et SB.

15 La transmission entre  $SP_1$  et SB est effectuée avec un débit de 3,5 Mbits/s pour un nombre de porteuses de 167 et une modulation de 64QAM.

La transmission entre  $SP_2$  et SB est effectuée avec un débit de 3,5 Mbits/s pour un nombre de porteuses de 501 et une modulation 4QAM.

La transmission entre  $SP_3$  et SB est effectuée avec un débit de

20 500 Kbits/s pour un nombre de porteuses de 72 et une modulation 4QAM.

Ainsi, sur les 1512 porteuses, 772 ne sont pas utilisées pour les trois transmissions d'informations considérées mais pourront être affectées ultérieurement si les qualités requises et/ou les conditions de transmission sur les canaux de communication sont modifiées.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de gestion des transmissions d'informations par radio entre une station dite de base SB, SB' et au moins une station dite périphérique  
5 SP<sub>i</sub>, SP'<sub>i</sub>,  $i = 1, \dots, N$ , communiquant des informations avec celle-ci par transmission de porteuses modulées par lesdites informations, ledit procédé comportant une étape d'allocation (G<sub>3</sub>) d'un nombre de porteuses et d'une modulation à au moins un canal de communication radio affecté à la  
10 transmission d'informations entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, caractérisé en ce que ledit procédé comporte une étape de détermination (G<sub>2</sub>) d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en réponse à une qualité de services requise en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique,  
15 le nombre de porteuses et la modulation adaptés différant selon les qualités de services requises.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables  
20 pour ladite transmission d'informations donnée.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de détermination (G<sub>2</sub>) de porteuses et d'une modulation est réalisée au cours d'une transmission d'informations entre la station de base et la au moins une station périphérique.

25 4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de détermination (G<sub>2</sub>) de porteuses et d'une modulation est effectuée entre deux transmissions d'informations entre la station de base et la au moins une station périphérique.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
30 qu'il comporte une étape de réception (G<sub>8</sub>) d'au moins une mesure du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio affecté à la

transmission d'informations entre la station de base et la au moins une station périphérique.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que, après l'étape de réception ( $G_8$ ) de ladite au moins une mesure, ledit procédé comporte  
5 une étape ( $G_9$ ) d'analyse de ladite au moins une mesure du taux d'erreur de transmission et de comparaison du résultat de cette analyse avec la qualité de services requise en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte  
10 une étape de détermination ( $G_2$ ) d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés si le résultat de cette analyse ne respecte pas la qualité de services requise pour ladite transmission.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de détermination ( $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à  
15 allouer qui est différent de celui qui a été précédemment alloué audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le nombre de porteuses à allouer audit au moins un canal de communication entre la  
20 station de base et la au moins une station périphérique est supérieur à celui alloué précédemment à ce canal de communication.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le nombre de porteuses à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique est inférieur à celui  
25 alloué précédemment à ce canal de communication.

11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte, d'une part, une étape de détermination ( $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à allouer à un premier canal de communication entre la station de base et une première station périphérique qui est supérieur à celui qui a été précédemment alloué à ce  
30 premier canal de communication et, d'autre part, une étape de détermination ( $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à allouer à un second canal de communication

entre la station de base et une seconde station périphérique qui est inférieur à celui qui a été précédemment alloué à ce second canal de communication, en réponse à des qualités de services requises respectivement pour la transmission d'informations sur ces canaux de communication en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ledit procédé comporte également une étape de détermination ( $G_2$ ) d'une modulation à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique qui est différente de celle allouée précédemment .

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales OFDM.

14. Procédé d'émission d'informations sur un canal de communication radio comportant des étapes d'attribution d'un nombre de porteuses et d'une modulation auxdites informations pour la transmission de celles-ci sur ledit canal de communication radio et d'émission ( $E_5$ ) desdites informations sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations, caractérisé en ce que ledit procédé comporte une étape de reconfiguration ( $E_3$ ) du nombre de porteuses et de la modulation attribués aux informations en fonction d'une qualité de services requise en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que l'étape de reconfiguration ( $E_3$ ) du nombre de porteuses et de la modulation est effectuée au cours d'une transmission d'informations.

17. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que l'étape de reconfiguration ( $E_3$ ) du nombre de porteuses et de la modulation est effectuée entre deux transmissions d'informations.

5 18. Procédé selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que, préalablement à l'étape de reconfiguration ( $E_3$ ) du nombre de porteuses et de la modulation, ledit procédé comporte une étape d'émission ( $E_1$ ) d'une requête d'allocation d'une qualité de services en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission pour une transmission d'informations donnée.

10 19. Procédé selon l'une des revendications 14 à 18, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est différent du nombre de porteuses précédemment attribué.

15 20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est supérieur au nombre de porteuses précédemment attribué.

21. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est inférieur au nombre de porteuses précédemment attribué.

20 22. Procédé selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que la modulation reconfigurée est différente de celle précédemment attribuée.

23. Procédé selon l'une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales.

25 24. Procédé de réception d'informations provenant d'un canal de communication radio, comportant une étape de réception ( $R_3$ ) desdites informations émises sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations et une étape de sélection des porteuses et de la modulation attribuées auxdites informations, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de reconfiguration ( $R_2$ ) du nombre de porteuses et de la modulation à sélectionner  
30 en fonction d'une qualité de services requise en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission pour une transmission d'informations

donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

25. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du  
5   taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

26. Procédé selon la revendication 24 ou 25, caractérisé en ce que l'étape de reconfiguration ( $R_2$ ) du nombre de porteuses et de la modulation est effectuée au cours d'une transmission d'informations.

10   27. Procédé selon la revendication 24 ou 25, caractérisé en ce que l'étape de reconfiguration ( $R_2$ ) du nombre de porteuses et de la modulation est effectuée entre deux transmissions d'informations.

28. Procédé selon l'une des revendications 24 à 27, caractérisé en ce que ledit procédé comporte une étape ( $R_4$ ) de réalisation d'au moins une mesure  
15   du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio affecté à la transmission d'informations considérée.

29. Procédé selon l'une des revendications 24 à 28, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est différent du nombre de porteuses précédemment attribué.

20   30. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est supérieur au nombre de porteuses précédemment attribué.

31. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est inférieur au nombre de porteuses  
25   précédemment attribué.

32. Procédé selon l'une des revendications 24 à 31, caractérisé en ce que la modulation reconfigurée est différente de celle précédemment attribuée.

33. Procédé selon l'une des revendications 24 à 32, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation  
30   par multiplexage de fréquences orthogonales.



34. Dispositif (170 ; 212) de gestion des transmissions d'informations par radio entre une station dite de base SB et au moins une station dite périphérique  $SP_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , communiquant des informations avec celle-ci par transmission de porteuses modulées par lesdites informations, ledit dispositif

5 comportant des moyens d'allocation (174 ; 222a,  $G_3$ ) d'un nombre de porteuses et d'une modulation à au moins un canal de communication radio affecté à la transmission d'informations entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens

10 de détermination (174 ; 222a,  $G_2$ ) d'un nombre de porteuses et d'une modulation adaptés en réponse à des qualités de services requises, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission, pour une transmission d'informations donnée entre ladite station de base et ladite au moins une station périphérique, le nombre de porteuses et la modulation adaptés différant selon les qualités de services requises.

15 35. Dispositif selon la revendication 34, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

20 36. Dispositif selon la revendication 34 ou 35, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de réception (78, 76, 72 ; 222a,  $G_8$ ) d'au moins une mesure du taux d'erreur de transmission.

25 37. Dispositif selon la revendication 36, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (176 ; 222a,  $G_9$ ) d'analyse de ladite au moins une mesure du taux d'erreur de transmission et de comparaison du résultat de cette analyse avec la qualité de services requise en termes de débit de transmission et de taux d'erreur de transmission.

30 38. Dispositif selon l'une des revendications 34 à 37, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de détermination (174 ; 222a,  $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à allouer qui est différent de celui qui a été précédemment alloué audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique.

39. Dispositif selon la revendication 38, caractérisé en ce que le nombre de porteuses à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique est supérieur à celui alloué précédemment à ce canal de communication.

5           40. Dispositif selon la revendication 38, caractérisé en ce que le nombre de porteuses alloué audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique est inférieur à celui alloué précédemment à ce canal de communication.

10           41. Dispositif selon la revendication 40, caractérisé en ce qu'il comporte, d'une part, des moyens de détermination (174 ; 222a,  $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à allouer à un premier canal de communication entre la station de base et une première station périphérique qui est supérieur à celui qui a été précédemment alloué à ce premier canal de communication et, d'autre part, des moyens de détermination (174 ; 222a,  $G_2$ ) d'un nombre de porteuses à  
15 allouer à un second canal de communication entre la station de base et une seconde station périphérique qui est inférieur à celui qui a été précédemment alloué à ce second canal de communication, en réponse à des qualités de services requises respectivement pour la transmission d'informations sur ces canaux de communication en termes de taux d'erreur de transmission et de débit  
20 de transmission.

          42. Dispositif selon l'une des revendications 34 à 41, caractérisé en ce qu'il comporte également des moyens de détermination (174 ; 222a,  $G_2$ ) d'une modulation à allouer audit au moins un canal de communication entre la station de base et la au moins une station périphérique qui est différente de celle  
25 allouée précédemment .

          43. Dispositif selon l'une des revendications 34 à 42, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales.

30           44. Dispositif (22, 52 ; 200, 212) d'émission d'informations sur un canal de communication radio, comportant des moyens d'attribution (82, 84) d'un nombre de porteuses et d'une modulation auxdites informations pour la

transmission de celles-ci sur ledit canal de communication radio, et des moyens d'émission (22, 40, 44, 46 ; 52, 70, 76, 78 ; 206a, 222c, E<sub>4</sub>) desdites informations sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de reconfiguration (86, 88, 90 ; 206a, 222c, E<sub>3</sub>) du nombre de porteuses et de la modulation attribués aux informations en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission, et de débit de transmission pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

10 45. Dispositif selon la revendication 44, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

15 46. Dispositif selon la revendication 44 ou 45, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est différent du nombre de porteuses précédemment attribué.

47. Dispositif selon la revendication 46, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est supérieur à celui alloué précédemment.

20 48. Dispositif selon la revendication 46, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est inférieur à celui alloué précédemment.

49. Dispositif selon l'une des revendications 44 à 48, caractérisé en ce que la modulation reconfigurée est différente de celle précédemment attribuée.

25 50. Dispositif selon l'une des revendications 44 à 49, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales.

30 51. Dispositif (22 ; 52) de réception d'informations provenant d'un canal de communication radio, comportant des moyens de réception (22, 42, 44, 46 ; 52, 72, 76, 78 ; 206b, 222b, R<sub>3</sub>) desdites informations émises sous la forme de porteuses modulées par lesdites informations et des moyens de sélection (126,128) des porteuses et de la modulation attribués auxdites informations,

caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de reconfiguration (138, 130, 132 ; 206b, 222b,  $R_2$ ) du nombre de porteuses et de la modulation à sélectionner en fonction d'une qualité de services requise, en termes de taux d'erreur de transmission et de débit de transmission, pour une transmission d'informations donnée, le nombre de porteuses et la modulation reconfigurés différant selon les qualités de services requises.

52. Dispositif selon la revendication 51, caractérisé en ce que les qualités de services requises sont également exprimées en termes de seuil du taux d'erreur de transmission et de variation du débit de transmission acceptables pour ladite transmission d'informations donnée.

53. Dispositif selon la revendication 51 ou 52, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure (72, 136 ; 206b, 222b,  $R_4$ ) du taux d'erreur de transmission sur le canal de communication radio affecté à la transmission d'informations.

54. Dispositif selon l'une des revendications 51 à 53, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est différent de celui qui a été précédemment attribué.

55. Dispositif selon la revendication 54, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est supérieur à celui attribué précédemment.

56. Dispositif selon la revendication 54, caractérisé en ce que le nombre de porteuses reconfiguré est inférieur à celui attribué précédemment.

57. Dispositif selon l'une des revendications 51 à 56, caractérisé en ce que la modulation reconfigurée est différente de celle attribuée précédemment .

58. Dispositif selon l'une des revendications 51 à 57, caractérisé en ce que la transmission par porteuses modulées utilise une technique de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales.

59. Station de base SB, SB', apte à communiquer par radio des informations avec au moins une station périphérique  $SP_i$ ,  $SP'_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , caractérisée en ce que ladite station de base comporte un dispositif de gestion

des transmissions d'informations par radio (170) selon l'une des revendications 34 à 43.

5 60. Station de base SB, SB', selon la revendication 59, caractérisée en ce que ladite station de base comporte un dispositif d'émission d'informations (52) sur un canal de communication radio selon l'une des revendications 44 à 50 et un dispositif de réception (52) de ces informations émises selon l'une des revendications 51 à 58.

10 61. Station de base SB, SB', selon la revendication 59 ou 60, caractérisée en ce qu'elle comporte un ordinateur, une imprimante, un serveur, un télécopieur, un scanner, une caméra numérique, un appareil photographique numérique, une télévision, un magnétoscope ou un décodeur.

15 62. Station périphérique  $SP_i$ ,  $SP'_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , apte à communiquer par radio des informations avec une station dite de base, caractérisée en ce que ladite station périphérique comporte un dispositif d'émission d'informations (22) sur un canal de communication radio selon l'une des revendications 44 à 50 et un dispositif de réception (22) de ces informations émises selon l'une des revendications 51 à 58.

20 63. Station périphérique  $SP_i$ ,  $SP'_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , selon la revendication 62, caractérisée en ce qu'elle comporte un ordinateur, une imprimante, un serveur, un télécopieur, un scanner, une caméra numérique, un appareil photographique numérique, une télévision, un magnétoscope ou un décodeur.

64. Réseau (10) caractérisé en ce qu'il comporte une station de base SB, SB' selon l'une des revendications 59 à 61 et au moins une station périphérique  $SP_i$ ,  $SP'_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , selon l'une des revendications 62 à 63.

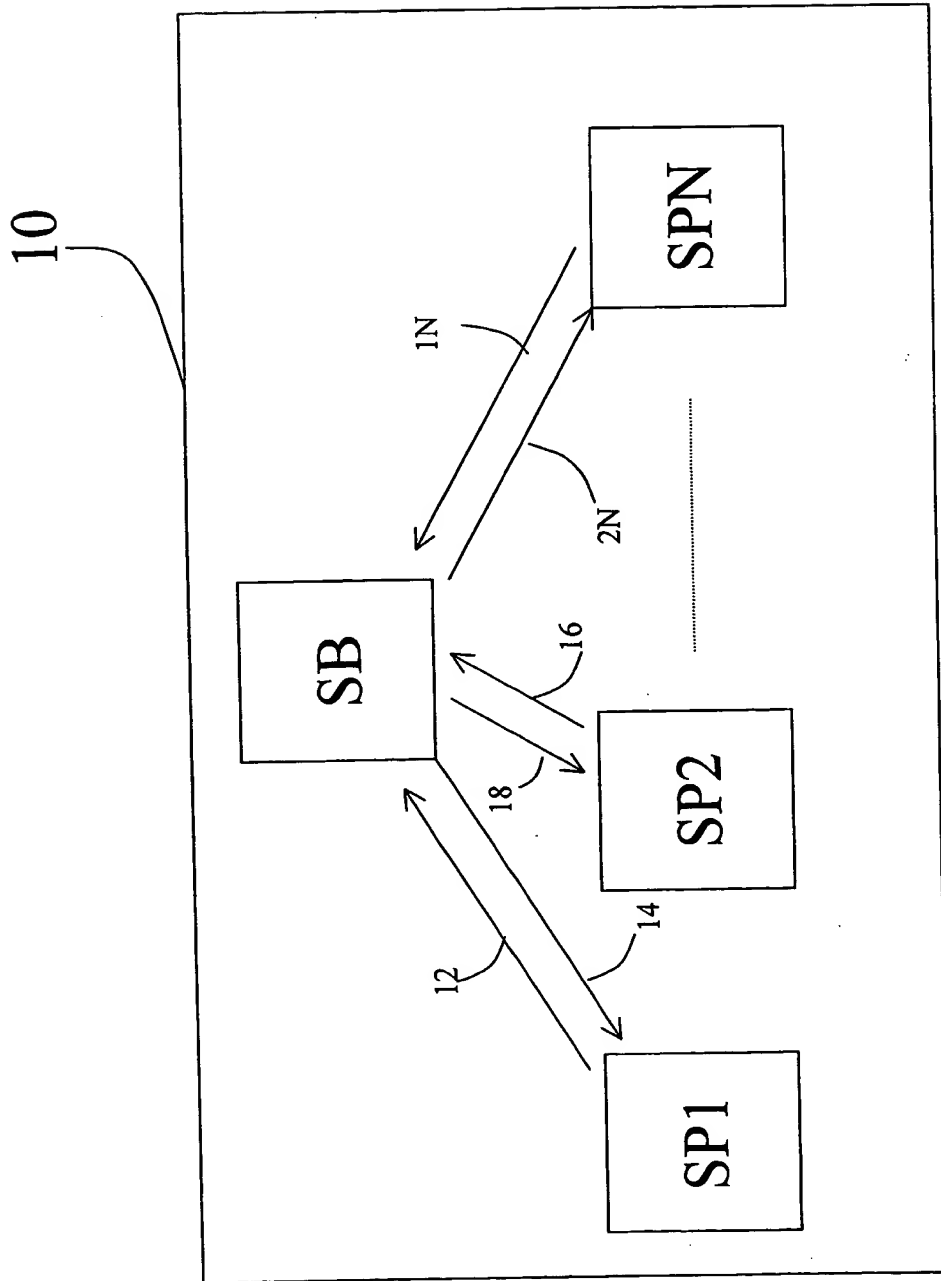


Fig.1

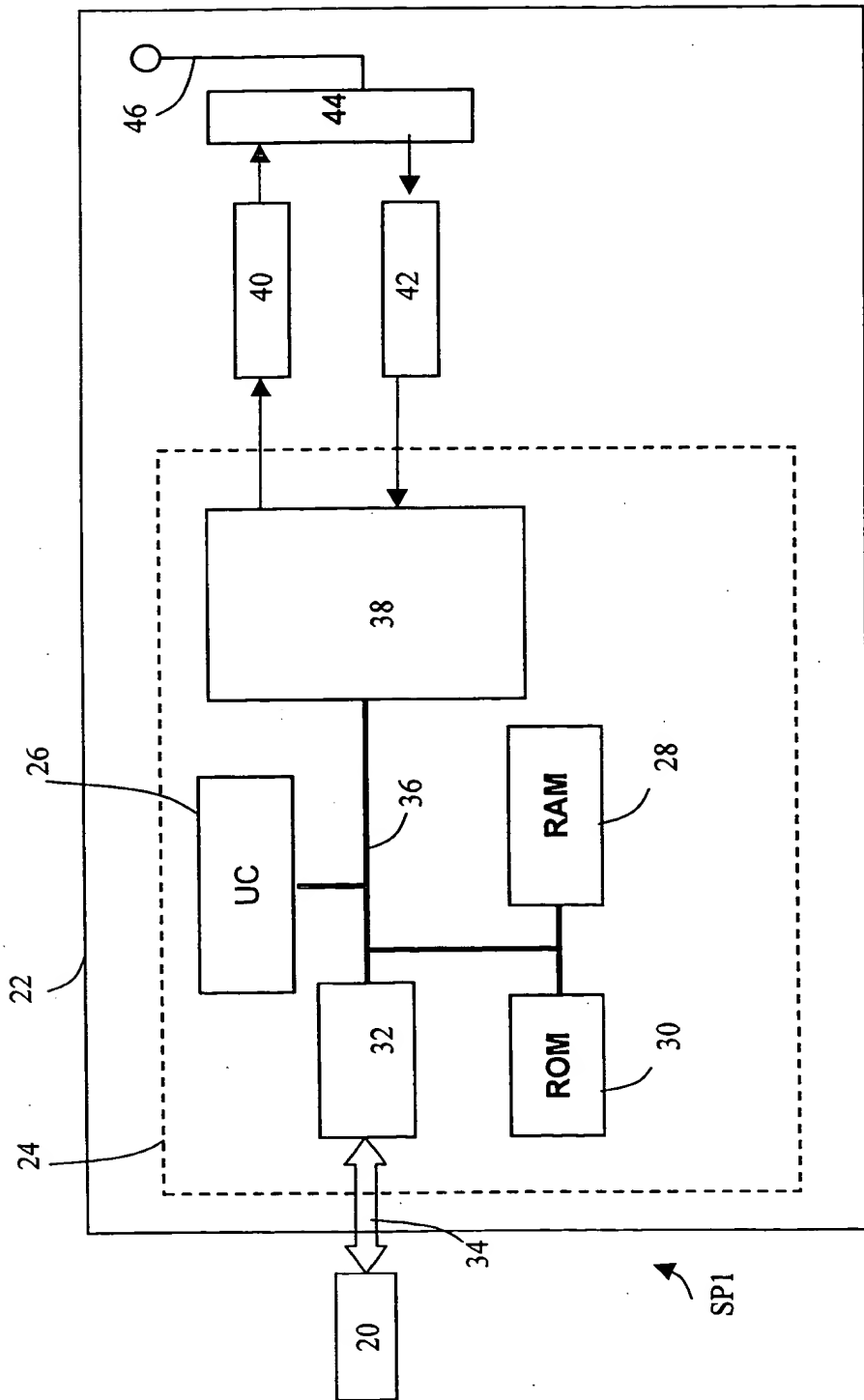
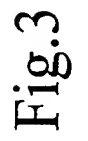


Fig.2





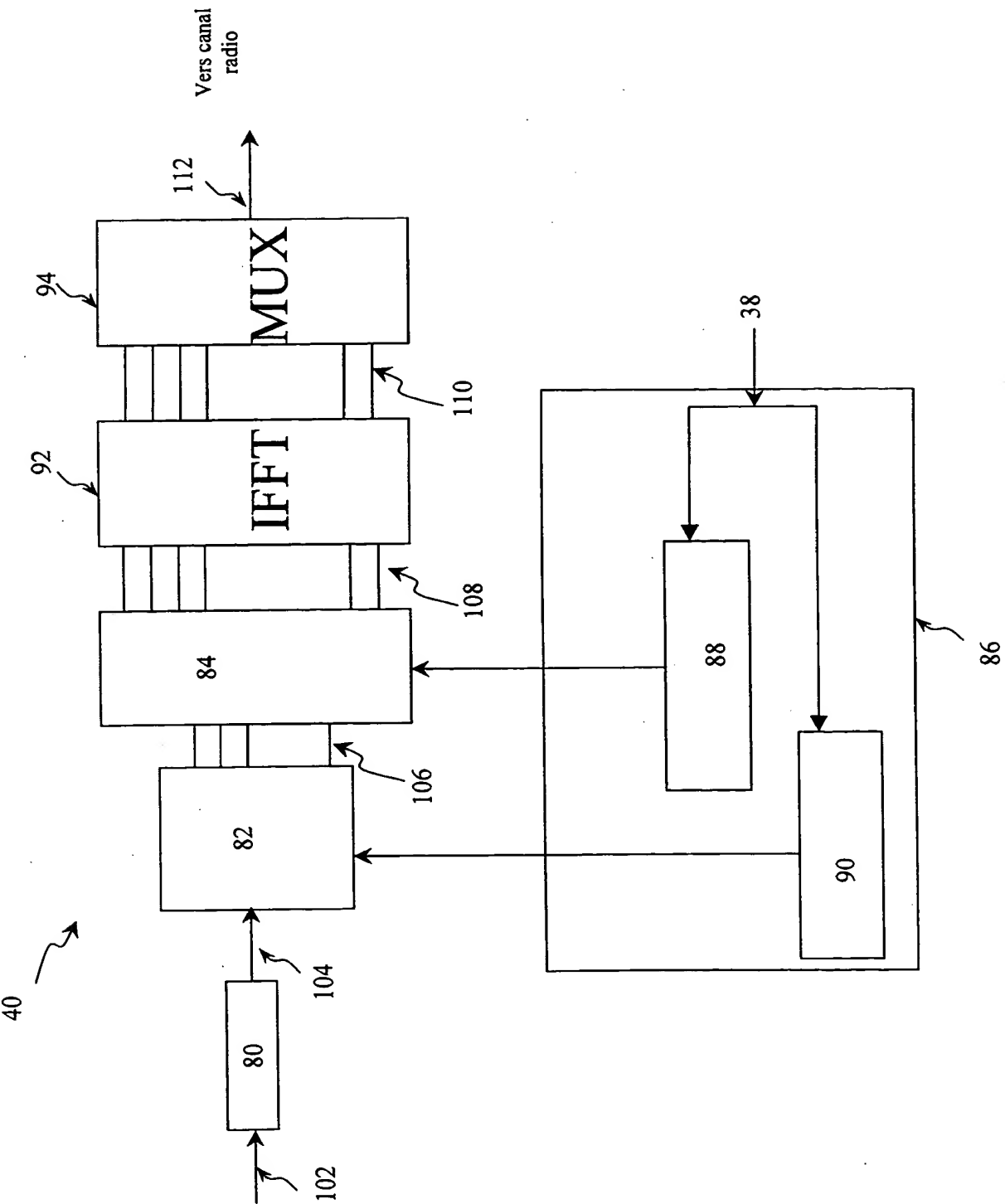


Fig.4

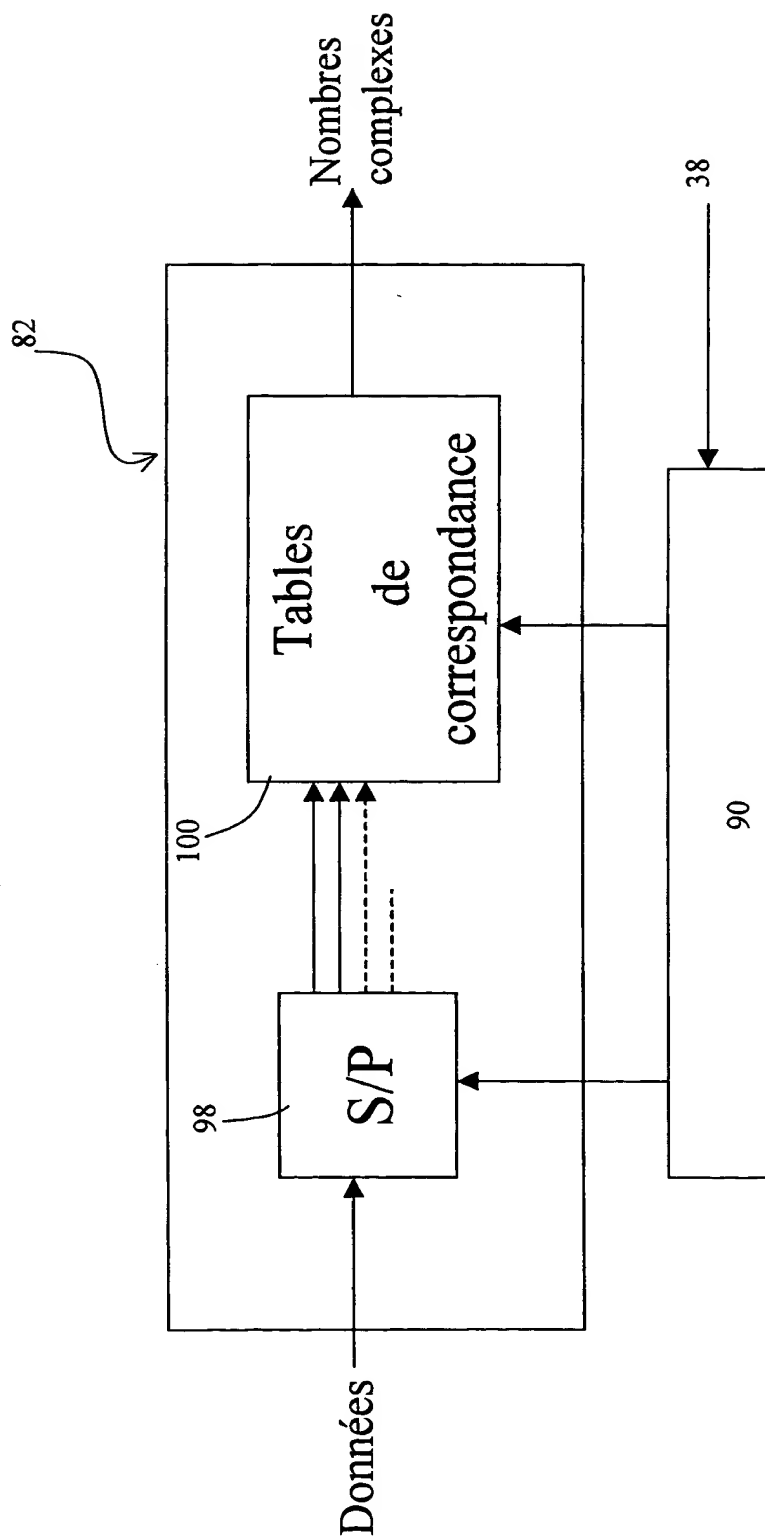
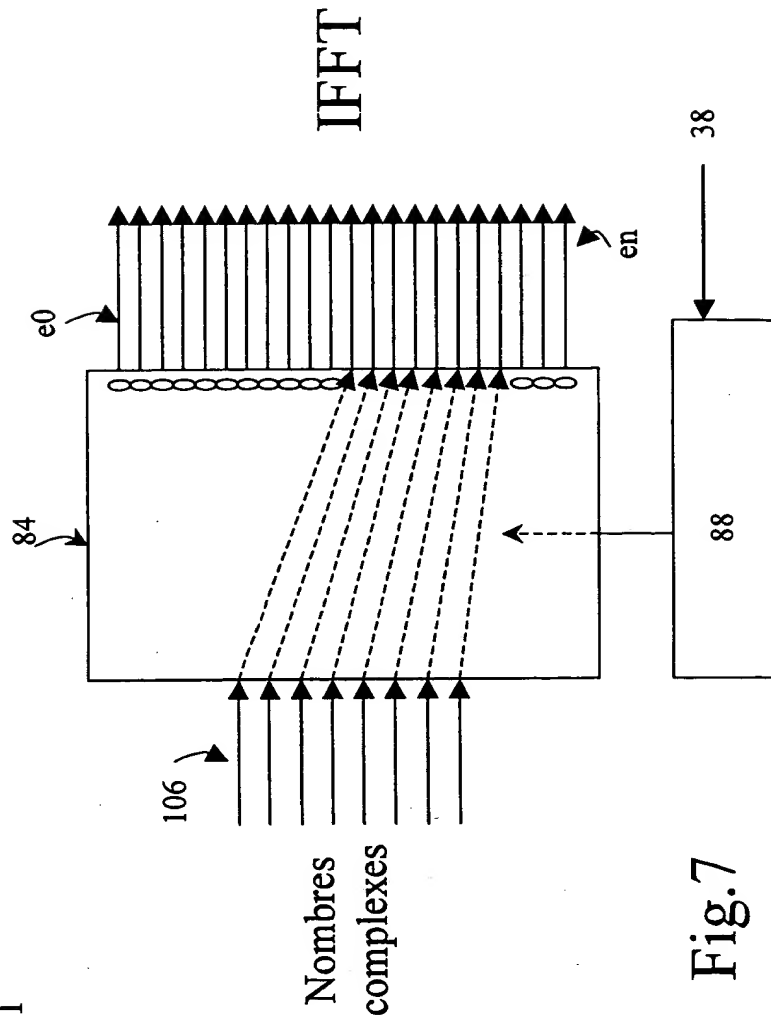
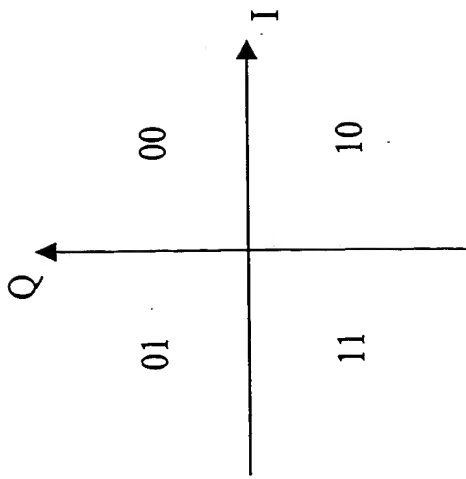


Fig.5



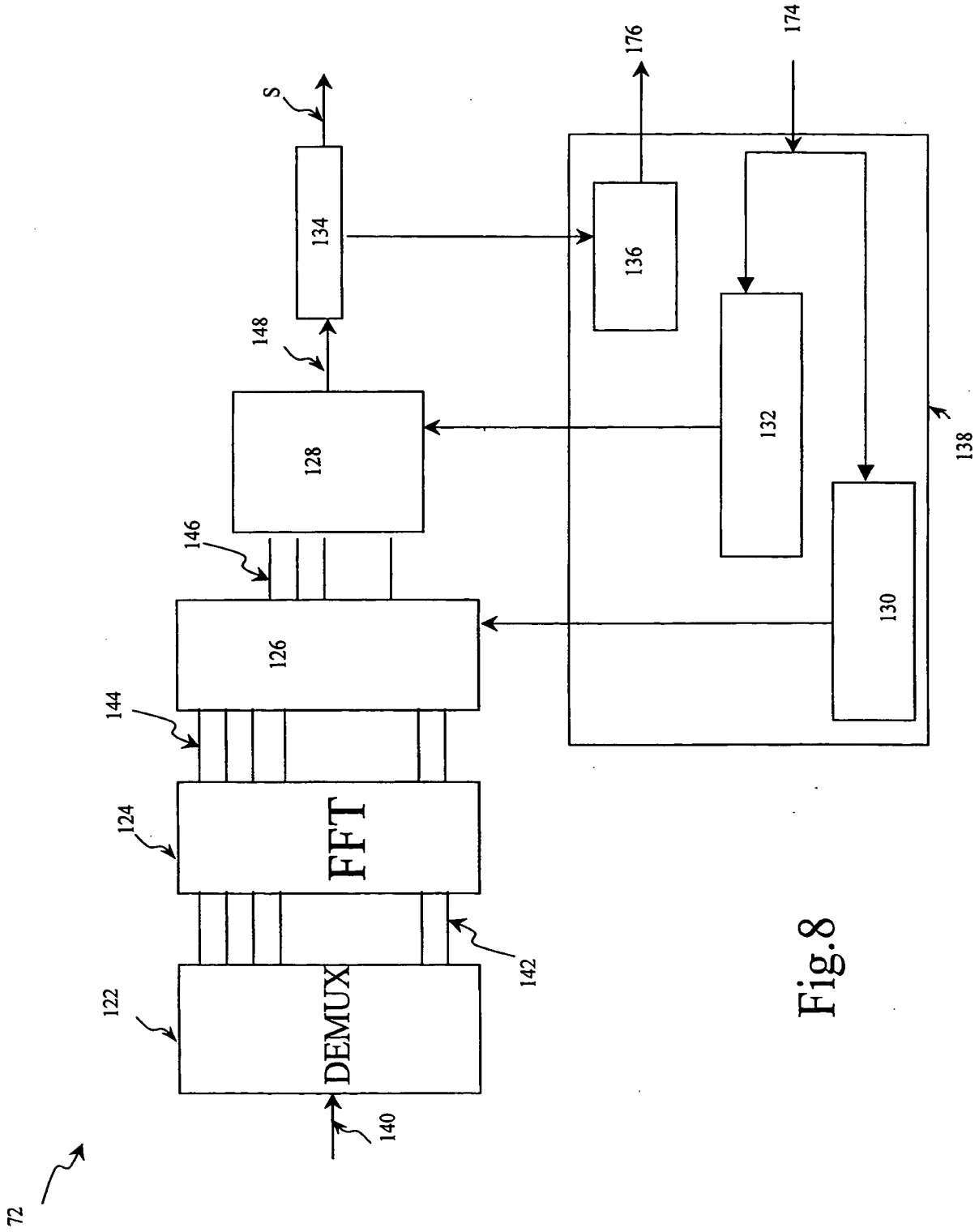


Fig.8

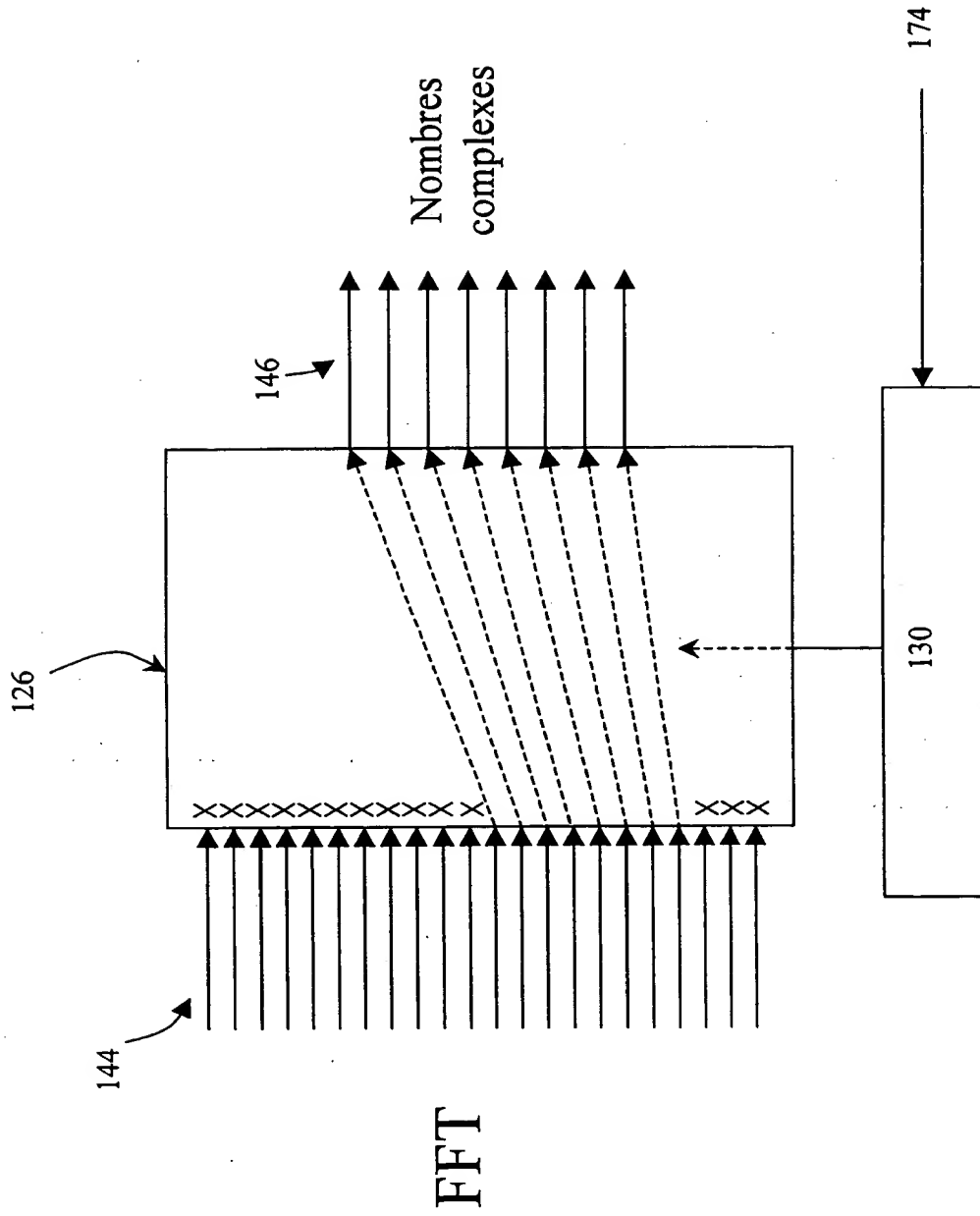


Fig.9

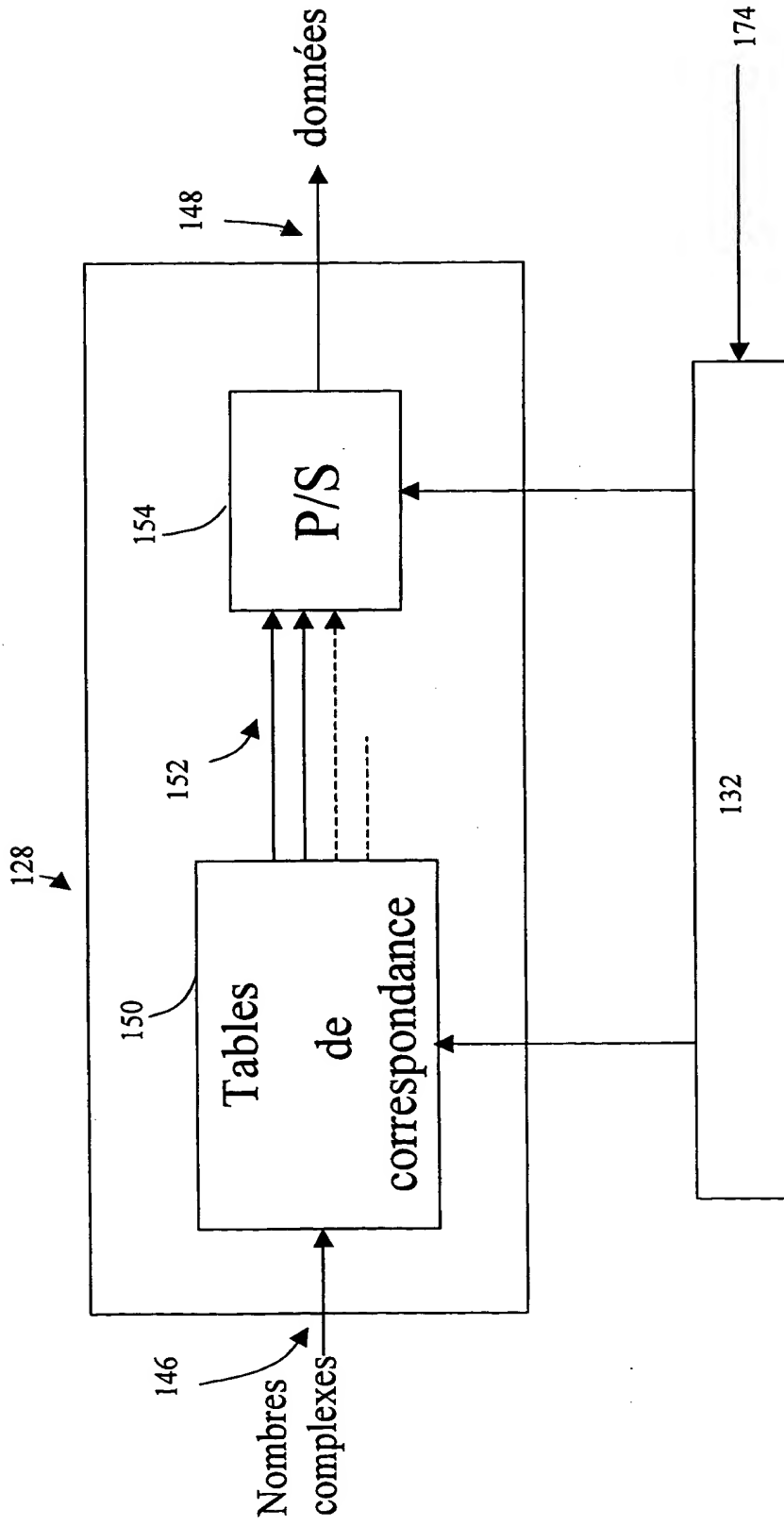


Fig.10

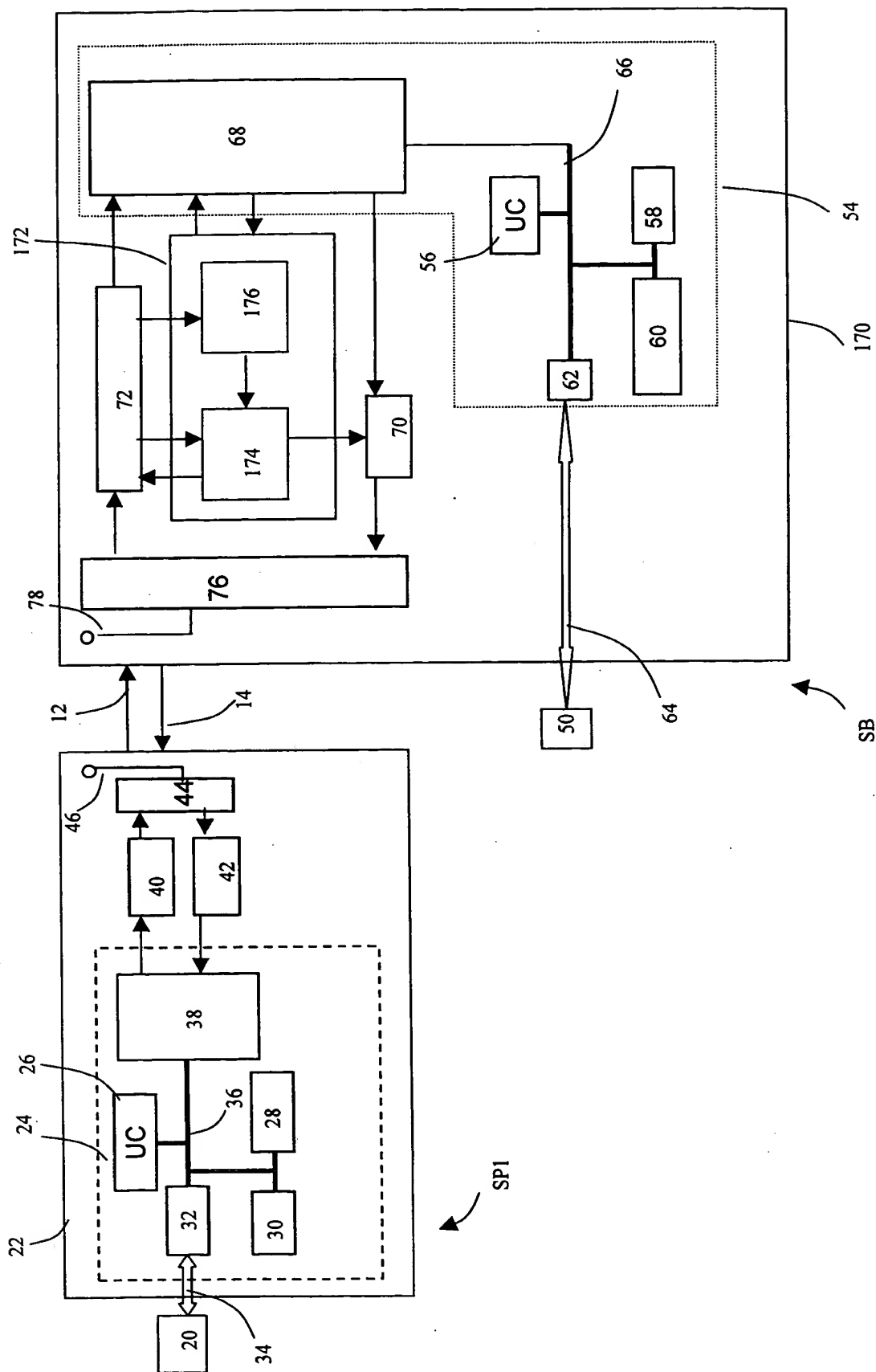


Fig.11

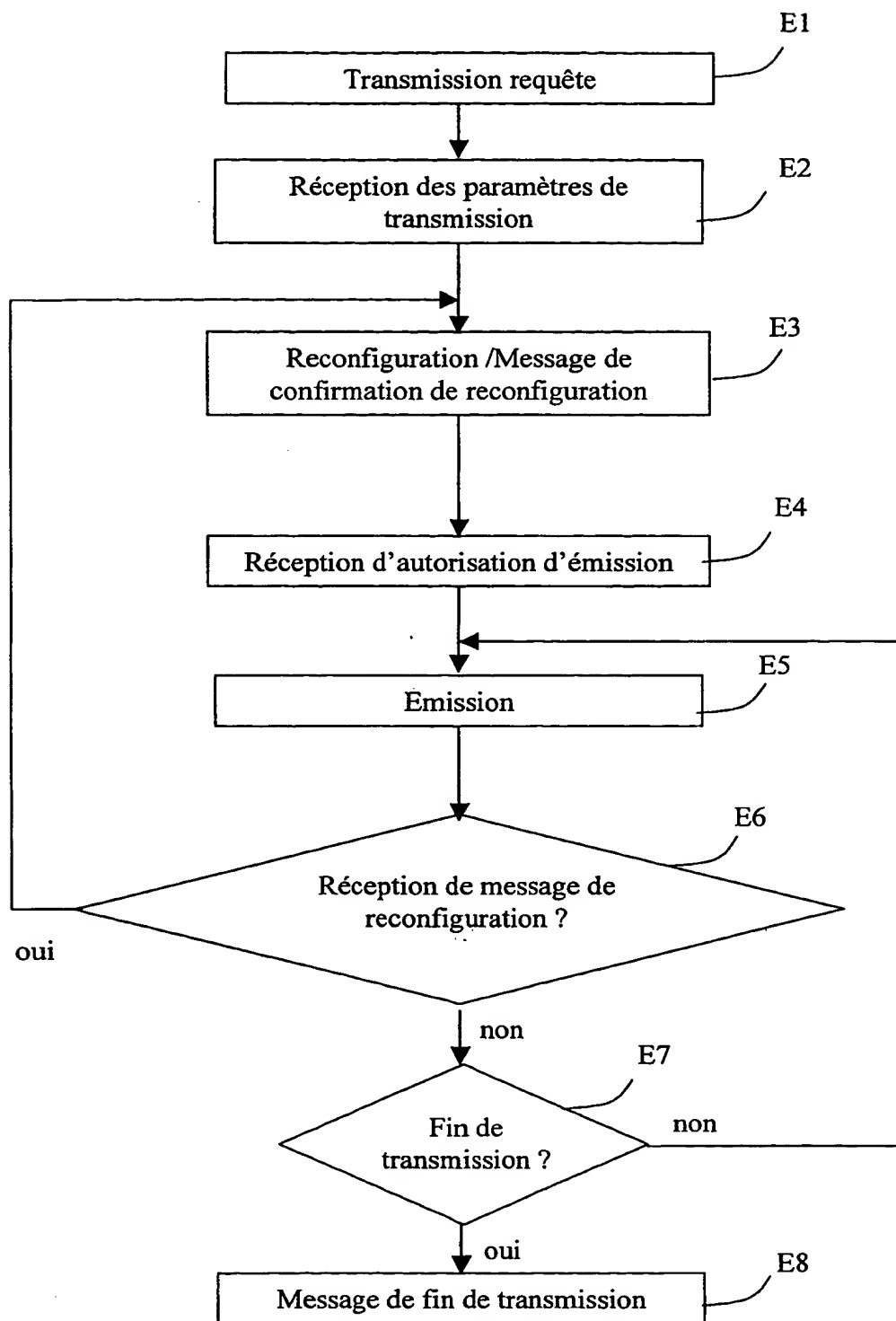


Fig. 12



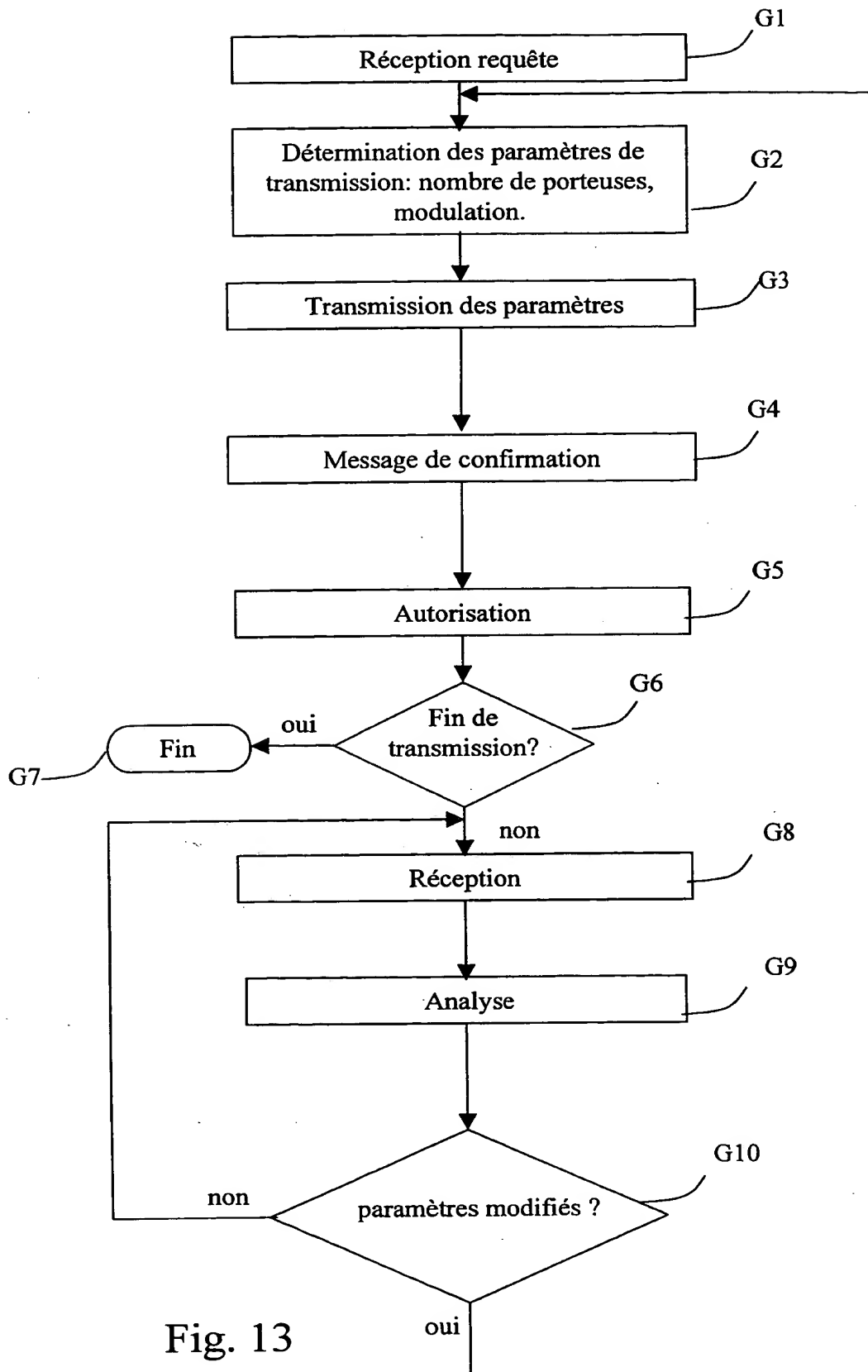


Fig. 13

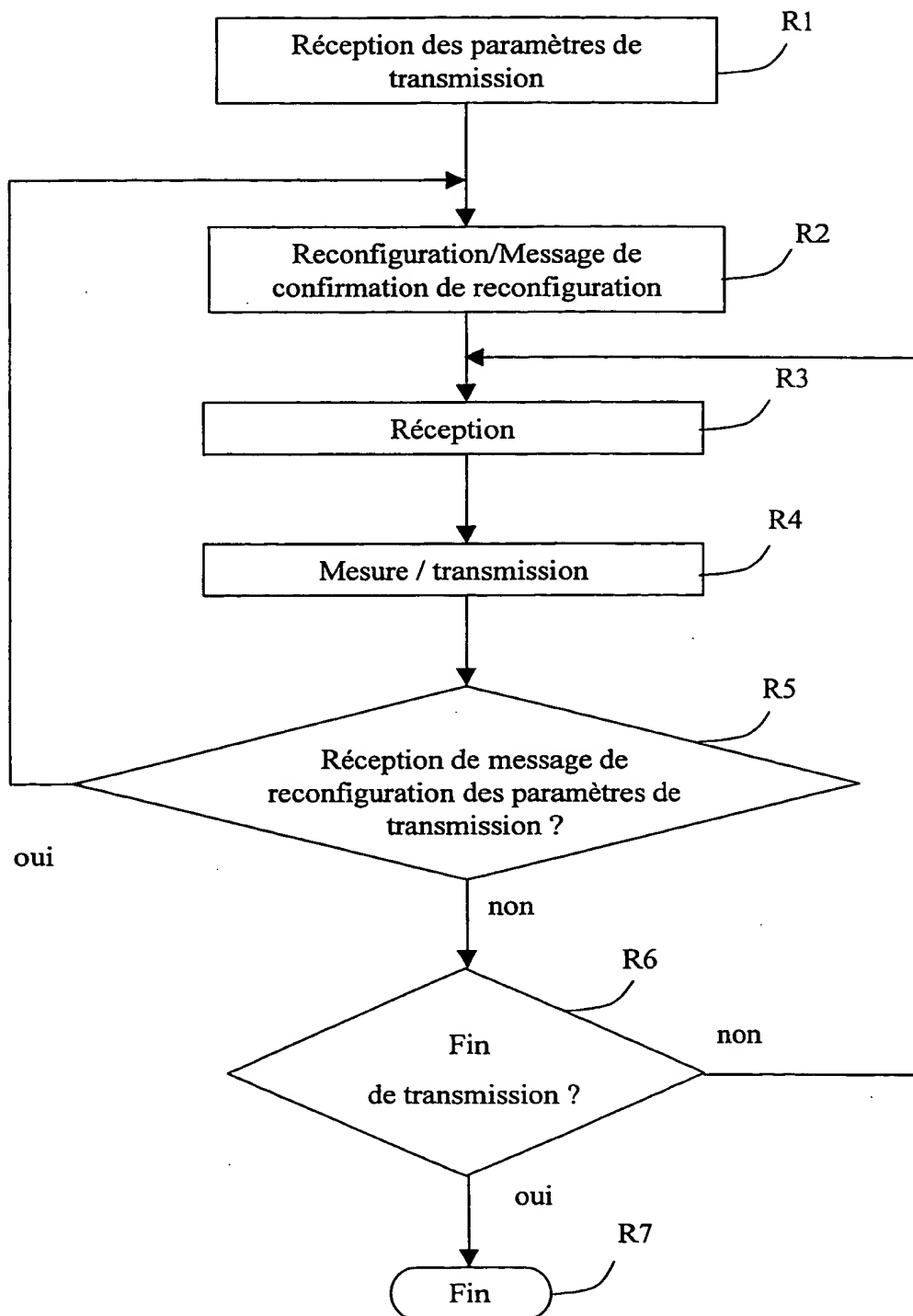


Fig. 14

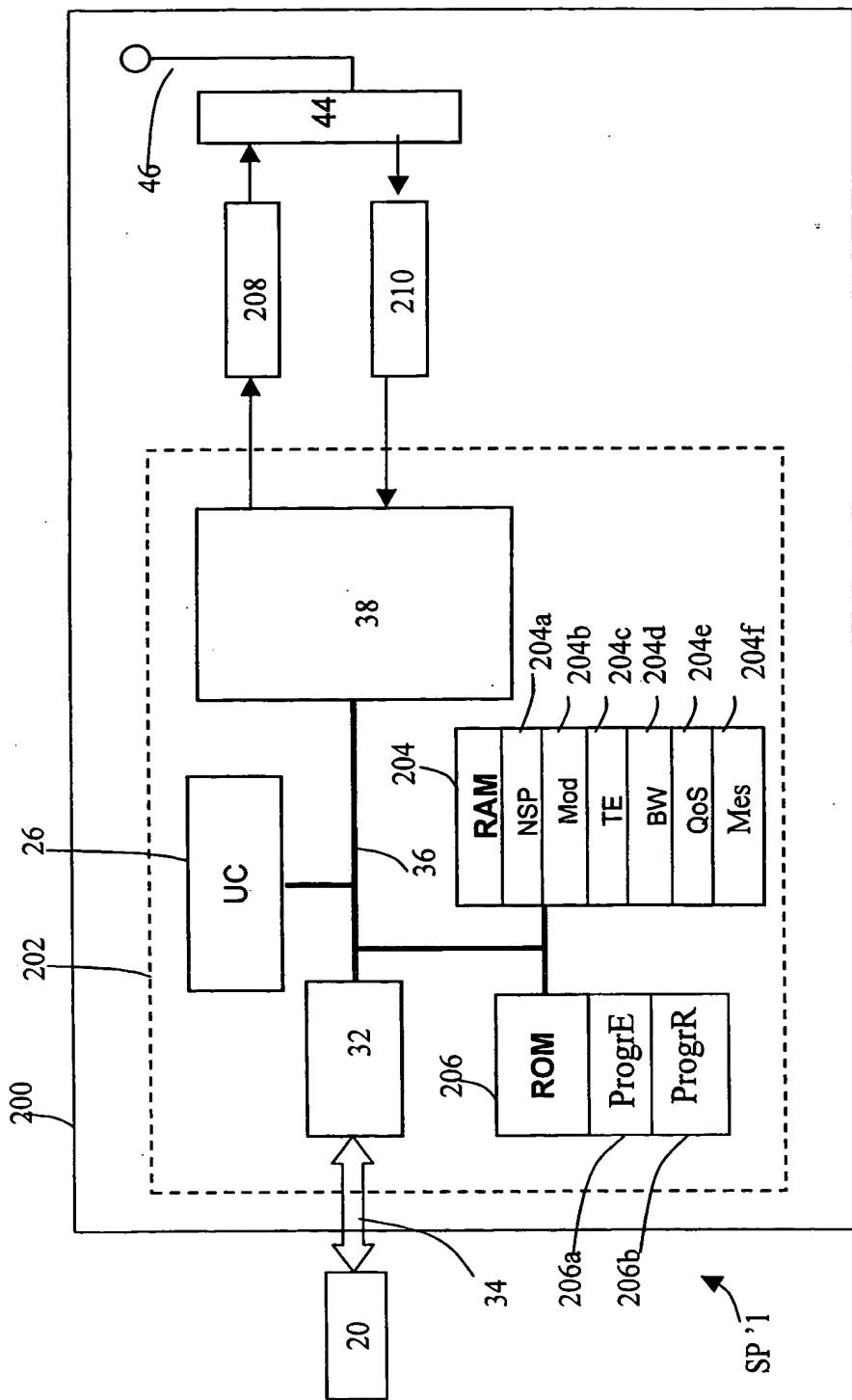


Fig. 15

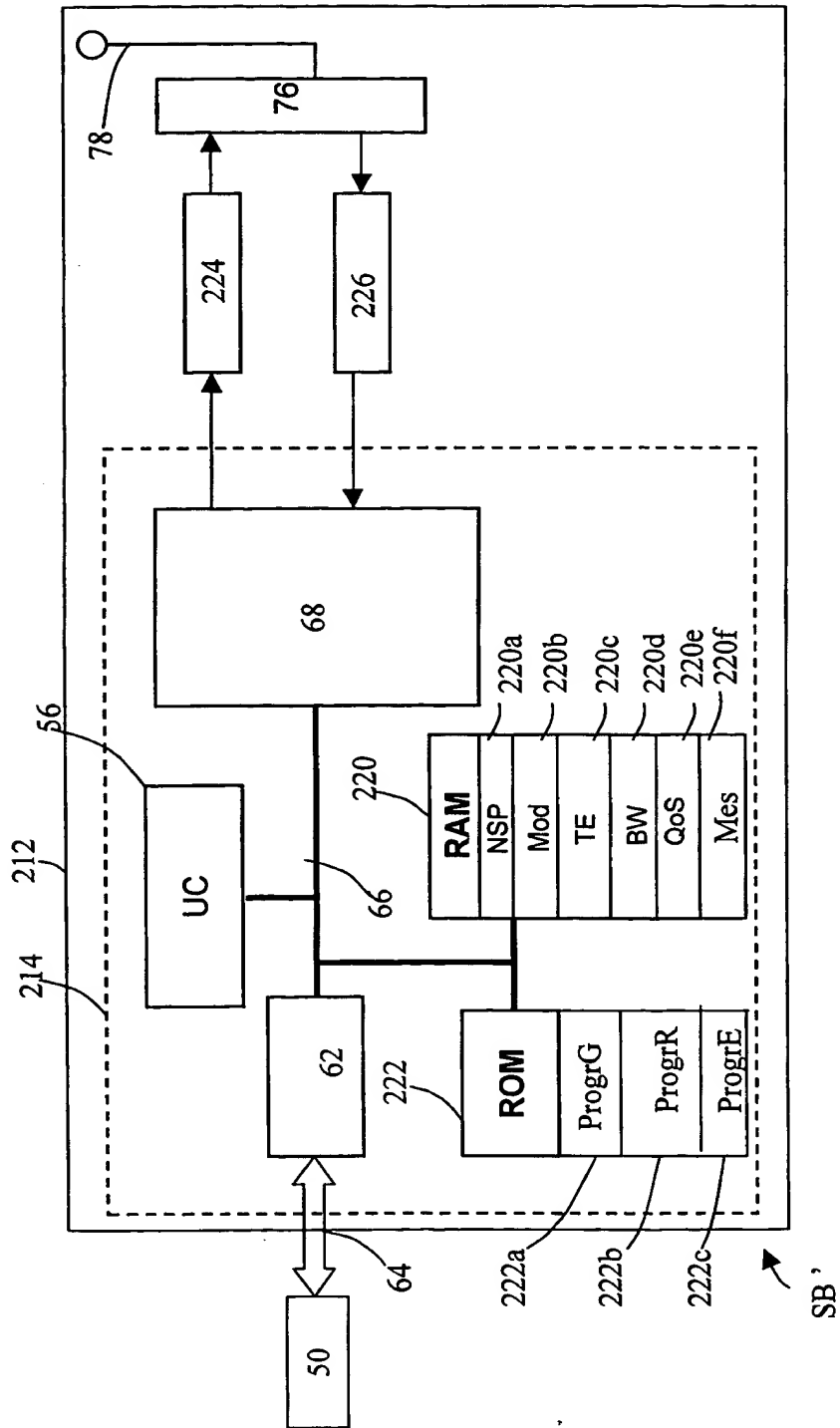


Fig.16

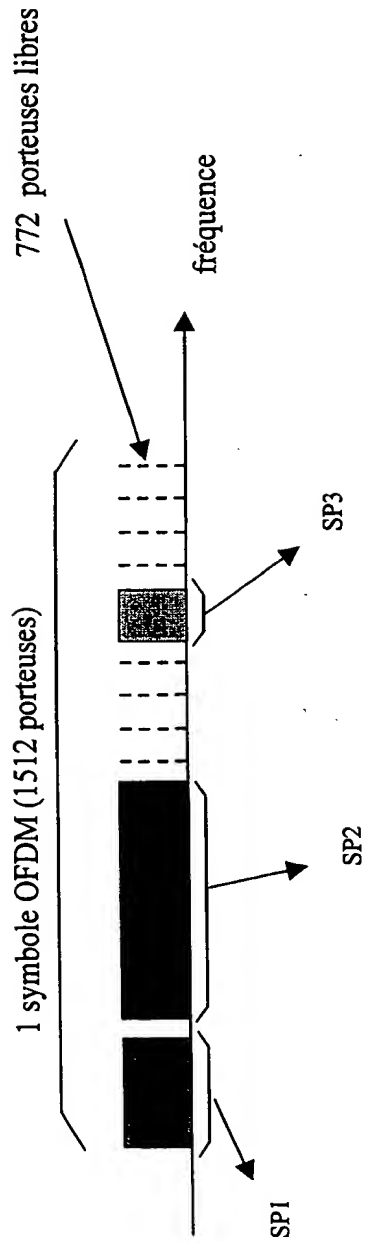


Fig.17

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**